ISSN 0376-477X

中華農業研究

第三十六卷　　第四期

目　次

水稻混合品種對稻穀產量及稻熱病之反應（英文）……黃真生　陳正昌　陳治官…335

大、小粒型落花生品種之生長特性比較 II 植株全氮與非構造性碳水化合物濃度之變化……張富洲　劉大江…345

金線連大量繁殖與栽培後之生育性狀、種間比較及營養成份研究……劉新裕　蔡新聲　黃漢津　胡敏夫　葉常青…357

不同時期雪柑胚發育之調查……黃阿賢…367

葉萵苣浮根式水耕之養分吸收……沈再發…372

抗Y毒素馬鈴薯族羣之篩選試驗……曹幸之　陳進分　李碩朋…381

五種瓜類病毒在本省甜瓜及西瓜之發生與分布……張有明　蕭吉雄　楊偉正　許秀惠　趙玉珍　黃秋雄…389

藥劑 Techlofthalam 對水稻白葉枯病之抑制效果及水稻產量影響之探討……廖英明　簡錦忠…398

玉米煤紋病抗病篩選與抵抗性之研究……葉忠川　蔡阿輝…406

本省絲瓜病毒種類之鑑定及其病徵比較……黃秋雄　趙玉珍　張清安　許秀惠　蕭吉雄…413

柑橘葉蟎之抗藥性及其防治……吳子淦　羅幹成…421

臺灣為害瓜類薊馬之辨識方法……王清玲　羅幹成　朱耀沂…429

土壤添加物防治豌豆萎凋及根腐病之研究……林益昇　羅朝村…435

中華民國七十六年十二月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究

第三十六卷　　第四期

中華民國七十六年十二月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編輯委員：李　良　沈再發　林益昇　連　深
陳敏祥　黃眞生　蔡新聲　鄭　允
劉大江　蕭吉雄　顏欽崇　羅幹成

出版者：臺灣省農業試驗所
臺中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號

印刷者：臺灣省政府印刷廠
臺中縣大里鄉中興路一段288號

JOURNAL OF

AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER :

Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF :

C. L. Liaw

EDITORS :

M. S. Chen (Cytology)
E. Y. Cheng (Entomology)
C. H. Hsiao (Horticulture)
C. S. Huang (Crop Breeding)
L. Li (Crop Breeding)
S. Lian (Plant Nutrition)
Y. S. Lin (Plant Pathology)
D. J. Liu (Crop Physiology)
K. C. Lo (Entomology)
T. F. Shen (Vegetable Crop)
H. S. Tsai (Tissue Culture)
C. C. Yen (Agricultural Machinery)

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 36(4) : 335~344 (1987)

Effect of Seed-Blending of Rice Varieties on Grain Yield and Occurrence of Blast Disease[1]

Chen-seng Huang, Chen-chang Chen and Chyr-guan Chern[2]

Abstract: Ten blends, formed from two blast (BL) and brown planthopper resistant varieties and one susceptible major variety of rice, were tested with their component varieties in BL free and also prevailing areas. The three varieties are closely related, therefore nearly isogenic. No significant yield difference existed among entries in two tests conducted at the BL free site, while the yield difference was highly significant in the BL nursery test. Those resistant varieties and their blends were all BL resistant. Many blends showed a decrease in observed disease rates from those expected from their component varieties in pure stands, at most by 27.0% to 48.8% in LBL and 44.1% in PBL. The percentage tended to be high at initial and recovering stages of the disease but low at the peak stage. The decrease of disease rates was made possible by a favorable cooperation effect of resistant varieties rendered to the susceptible variety.

The blast disease, including leaf blast (LBL) and panicle blast (PBL), has been one of the menaces to rice culture in Taiwan since the adoption of Japonica rice varieties more than 60 years ago. The LBL attacked mostly the first rice crop with 6 peaks of diseased area occurred during past 20 years in Taiwan. The first 5 peaks, occurred in the period of major variety Tainan 5, reached mostly about 50,000-70,000 ha/season, while the last peak in the Tainung 67 period was about 30,000 ha. The major races of the blast fungus identified with international differentials were IG-1, IG-2 and IH-1 about 20 years ago (Chien, 1967), 10 years ago (Wu, *et. al.* 1979) and seemed to be so last year but not this year or 1987 (Chiayi AES/TARI, 1987). Changes in major races of the fungus were detected between different seasons and localities, when local differentials were used (Chien and Huang, unpublished).

Kameji, NC No. 4, Li-chi-hung, Kanto 55 and CI 5309 were the major sources of BL resistance used in varietal improvement in the past. The resistance of developed varieties quickly broke down in a couple of years after the release. Tainung 70 that received the resistance from CI 5309 is now used widely in BL prevailing areas of the island in addition to other sources. The LBL diseased area dropped to about 5,000 ha

1. Contribution No. 1369 from Taiwan Agricultural Research Institute(TARI), Wufeng, Taichung, Taiwan, Republic of China.
2. Senior Rice Breeder, Assistant and Assistant Rice Breeder of TARI, respectively.

in the first crop and 1,000 ha in the second in 1986, the lowest ever reported, indicating that the resistance(s) mostly from CI 5309 was functioning. Howerer, apparently this resistance broke down in the 1987 frist crop two years after its official extension.

To tackle with the quick change in pathogenic races of the blast fungus, resistance genes existed in various Indica varieties have been transferred to Tainung 67 by a series of backcross breeding. Tainung 67, a Japonica rice variety that is related with the Indica semidwarf, has been grown in about 60-70% of the total rice area in Taiwan. This variety raised the rice yield per unit area of Taiwan to a new level , although it is susceptible to the blast disease. The resistant lines developed from the backcross breeding can be used either to form multiline or composite varieties or to further pyramid resistance genes, or can be used as an instant germplasm reservoir package which may be quickly put into use.

Multiline varieties of cereal crops, established from isogenic lines, are considered more stable in their performances with an equal or higher yielding ability and the greater protection from disease than the average of their component lines in pure stands (Borlaug, 1959, Murphy, *et. al.*, 1982). Tainung 69 and 70 resistant to BL and brown planthopper (BPH) are the improved types of Tainung 67, having the agronomic traits practically similar one another. Since they are nearly isogenic, multiline varieties can be established from them for testing. In this study, the effects of their seed-mixed varieties on grain yield and the occurrence of BL disease are investigated.

Material and Methods

Three Japonica rice varieties, Tainung 67, 69 and 70 were used in the experiment. Tainung 69 is supposed to receive the BL resistance from CI 5309 through Tainung 62 and also the brown planthopper (BPH) resistance from a wild rice, *Oryza rufipogon* (IRRI Acc. No. 100923), while Tainung 70 inherited the blast resistance from CI 5309 and the BPH resistance from Mudgo. Seed of the three varieties were blended to establish 10 seed-mixed varieties including one trinary blends in a seed-ratio of 1 : 1 : 1, three binary mixtures, respectively, in 1 : 1, 1 : 3 and 3 : 1 ratios, all on a seed weight basis (Table 1). The differences in seed-weight among three component varieties are almost negligible, which served as the controls in these experiments.

A total of 13 entries were tested in a randomized complete block with four replications for two crop seasons at TARI in 1986 and at the Kuohsin BL nursery in the first crop. Each plot consisted of five rows in an area of 4.48m^2 planted at a hill spacing of 28×16cm at TARI. In the BL nursery, a 4.32m^2 area planted at a 24×18cm spacing was used. As a rule, heavy nitrogenous fertilizers (320kg/ha) were applied to the nursery for easy occurrence of the disease. The rates of LBL disease infection were recorded on 4 dates at an interval of 7-10 days starting from 45 days after transplanting (DAT) and also for PBL before harvest. Five hills from the central three rows of each plot were sampled at random to rate BL disease of five tillers per hill. Finally, the average disease rate of 25 tillers or panicles represented the disease rate of each plot. The IRRI's system of disease rating for rice blast was used in the investigation.

The grain yield and the related traits of each plot were also recorded.

Table 1. Component varieties and their proportions in seed-blended populations of rice.

Blends	Component varieties	Proportion
1	Tainung67 : Tainung69 : Tainung70 (67 : 69 : 70)	1 : 1 : 1
2	Tainung67 : Tainung69 (67 : 69)	1 : 1
3	Tainung67 : Tainung70 (67 : 70)	1 : 1
4	Tainung69 : Tainung70 (69 : 70)	1 : 1
5	Tainung67 : Tainung69 (67 : 69)	1 : 3
6	Tainung67 : Tainung70 (67 : 70)	1 : 3
7	Tainung69 : Tainung70 (69 : 70)	1 : 3
8	Tainung67 : Tainung69 (67 : 69)	3 : 1
9	Tainung67 : Tainung70 (67 : 70)	3 : 1
10	Tainung69 : Tainung70 (69 : 70)	3 : 1
11	Tainung67 (67) BL, BPH susceptible	1
12	Tainung69 (69) BL, BPH resistant	1
13	Tainung70 (70) BL, BPH resistant	1

Results

Grain yield

The 1986 crop weather was considered favorable to rice growth, particularly in the first rice crop, although the second crop was seriously attacked by typhoons. Fortunately, the damage in the plots of this study was almost negligible. The grain yield per hectare generally reached 6 tons or more.

In variance analyses, no significant yield difference was found among all entries in the two experiments conducted at TARI, however the yield difference in the test at the Kuohsin BL nursery was highly significant (Table 2). The three component varieties

Table 2. Analysis of variacne for grain yield of seed-blended varieties from Tainung 67, 69 and 70.

S. V.	D. F.	Year, season and site of testing					
		1986-I, TARI		1986-I, BLN		1986-II, TARI	
		M. S.	F	M. S.	F	M. S.	F
Blocks	3	494.6		7143.2		781.2	
Blends	12	334.6	1.46ns	1252.3	3.10**	160.5	0.96ns
Error	36	229.3		404.1		166.6	
Total	51						

TARI=Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung,
BLN=Blast disease nursery at Kuohsin, Nantou Hsien.

were so similar in agronomic traits that entire field plots looked like one single variety growing there. Except severe LBL and PBL disease occurred in the Kuohsin BL nursery test, no any other disease or insect affected the tests. An attempt to study the effect of seed-blending on the occurrence of BPH in the second crop failed of success, because no BPH damage occurred.

Although no significant yield difference existed in the two tests conducted at TARI (Table 2), Taiunug 69 was found to be the lowest yielder in the mean comparison. In the provincial regional trials, this variety yielded lower than Tainung 67 by about 5%. In the BL nursery test, all entries of 1 : 1 and 1 : 3 blends gave the same yield as that of Tainung 70 except the blend of 67 : 69=1 : 1 (Table 3). Lodging was another limiting factor for grain yield in addition to rice blast in the BL nursery trial.

Table 3. Grain yield of seed-blended varieties from Tainung 67, 69 and 70 at the Kuohsin BL nursery (1st crop, 1986).

Blends	Mix-proportion	kg/ha	LSD, p=5%
1	67 : 69 : 70=1 : 1 : 1	3,445	bc
2	67 : 69=1 : 1	3,291	c
3	67 : 70=1 : 1	4,155	ab
4	69 : 70=1 : 1	3,634	abc
5	67 : 69=1 : 3	3,628	abc
6	67 : 70=1 : 3	4,332	a
7	69 : 70=1 : 3	4,119	ab
8	67 : 69=3 : 1	3,208	c
9	67 : 70=3 : 1	3,551	bc
10	69 : 70=3 : 1	2,983	c
11	Tainung 67 (67)	3,232	c
12	Tainung 69 (69)	3,137	c
13	Tainung 70 (70)	3,610	abc

Within the three varieties tested, it seemed not possible to select a blend of particular combination that produced a favorable cooperation effect so that its grain yield increased significantly. When serious BL disease occurred, the blends produced a yield at most equal to the level of the resistant high yielding component variety. This result contradicts with other reports (Chiu and Teng, 1976; Chang and Hsieh, 1986), in which some composites or multilines gave a significantly higher yield than the pure stands and also a favorable performance in blast disease resistance. None of their strains was recommended for registration or used for further testing.

Blast disease resistance

The blast disease occurred in our BL nursery was serious, but not as serious as

expected, since the disease rates of Tainung 67 reached at most 6.13, and the plant did not die (Table 4). The differences in disease rates among entries were highly significant in variance analyses on all dates of investigation. The two resistant varieties, Tainung 69 and 70, and all blends between them showed a consistent resistance during experiment. The disease rates of different blends seemed to be in an order of S : R=3 : 1 >

Table 4. Rates of blast disease in seed-mixed varieties of rice on different date at Kuohsin nursery (transplanted on March 13 1986).

Blends/DAT	45	52	59	69	PBL (%)
1, 67 : 69 : 70	1.77 cd*	2.34 b	3.12 c	1.83 ab	20 def
2, 67 : 69=1 : 1	2.37 de	3.37 cd	3.25 c	1.9 bc	23 f
3, 67 : 70=1 : 1	2.32 de	2.88 bc	3.12 c	1.83 ab	21 ef
4, 69 : 70=1 : 1	0.87 ab	0.98 a	1.72 ab	1.5 ab	13 bcd
5, 67 : 69=1 : 3	0.93 abc	1.09 a	1.97 ab	1.42 a	13 bcd
6, 67 : 70=1 : 3	1.59 bcd	2.52 bc	2.64 bc	1.74 ab	15 cde
7, 69 : 70=1 : 3	0.77 ab	1.02 a	1.76 ab	1.5 ab	4 a
8, 67 : 69=3 : 1	3.62 d	4.11 de	4.44 d	2.59 d	33 g
9, 67 : 70=3 : 1	3.14 ed	4.53 e	4.68 d	2.35 cd	56 h
10, 69 : 70=3 : 1	0.64 a	0.9 a	1.9 ab	1.6 ab	8 abc
11, TNG67	4.99 f	5.92 f	6.13 e	3.61 e	66 i
12, TNG69	0.76 ab	0.81 a	1.59 a	1.39 a	9 abc
13, TNG70	0.89 abc	1.04 a	1.74 ab	1.49 a	6 ab

*=LSD, significant at p=5%. DAT=Days after transplanting.

S : R=1 : 1 or 1 : 1 : 1 > S : R=1 : 3. Chang and Hsieh (1986) also reported the same tendency, but only when the disease rates were increasing. In the R : S=1 : 1 and =3 : 1 groups, the 67 : 69 and 67 : 70 blends had a similar disease rate; but in the S : R=1 : 3 group, the 67 : 70 blend always showed a higher disease rate than the 67 : 69 (Table 4). Mixing the seed of a susceptible variety in the same ratio with different resistant varieties not necessarily produces the similar cooperation effect in disease infection. Both Tainung 69 and 70 received the blast resistance from PI 5309 which was originated from the China mainland and introduced from the United States to Taiwan.

The effect of seed-blending on blast infection can be evaluated by estimating the percent difference of the observed disease rate of a blend substracted from the average of observed disease rates of its component varieties in pure stands (Table 5) as shown bellow.

Difference (%) for blend (67 : 69 : 70)=

[{(Obs67+Obs69+Obs70)/3-Obs(67 : 69 : 70)}/(Obs67+Obs69+Obs70)/3]×100

A positive difference indicates a decrease in disease infection due to blending, hence

is advantageous for the disease control, while a negative value indicates disadvantage. In this experiment, most of the differences were positive (Table 5), indicating the effectiveness of seed-blending for the disease control, although they ranged from −11.5%

Table 5. Percent differences of observed BL disease rates from expected rates in seed-mixed varieties at the Kuohsin nursery (tranplanted on March 13, 1986).

Blends/DAT	45	52	59	69	PBL (%)
1, 67 : 69 : 70	20.0	9.7	1.1	15.4	25.9*
2, 67 : 69=1 : 1	17.6	− 0.1	15.8	24.0*	38.7*
3, 67 : 70=1 : 1	21.1	17.2	20.7	28.2*	41.7*
4, 69 : 70=1 : 1	− 5.5	− 5.9	− 3.3	− 4.2	− 73.3
5, 67 : 69=1 : 3	48.8*	47.8*	27.7	27.0*	44.1*
6, 67 : 70=1 : 3	17.0	− 11.5	7.0	13.9	28.6
7, 69 : 70=1 : 3	10.2	− 3.8	− 3.4	− 2.4	40.7
8, 67 : 69=3 : 1	7.9	11.5	11.1	15.2*	36.2*
9, 67 : 70=3 : 1	20.8*	3.6	7.0	23.7*	− 9.8
10, 69 : 70=3 : 1	19.2	− 3.7	− 16.7	− 13.1	3.0

Difference (%) for blend 1=[{(Obs67+Obs69+Obs70)/3−Obs(67 : 69 : 70)}/(Obs67+Obs69+Obs70)/3]×100. DAT=Days after transplanting.

to +48.8% in LBL and from −73.3% to +44.1% in PBL. The difference tended to be higher at the initial and recovering stages and diminish at the raging or peak stage of disease. The advantage of using composite variety seemed to be lower when the disease was very raging. The blends, composed of only resistant varieties such as Tainung 69 and 70, tended to have a negative but small percentage of the difference. Blend (67 : 69=1 : 3) seemed to be most advantageous for the disease control by seed-blending, since the differences were high and fairly consistent (27.0−48.8% in LBL and 44.1% in PBL). Blend (67 : 70=1 : 1) was the next (Table 5).

Resistance of component varieties in blended stands.

Another way to evaluate the effect of seed-blending on disease control is to check the difference between the observed disease rate of a variety in pure stand its estimated rate in blended stand. To estimate the disease rate of a component variety in a blend is not an easy task, if no marker gene can be used. Here, the disease rates of pure stands and their related blends are used for the estimation as shown below.

(1) Estimated disease rate of Tainung 67 in the blend (67 : 69=1 : 1).

E67(69)=Obs. (67 : 69)×2−Obs. 69

=(E67/2+E69/2)×2−E69

=E67

(2) Estimated disease rate of Tainung 67 in the blend (67 : 69=3 : 1).

E67(69/4) = Obs. (67 : 69 = 3 : 1) × 2 − Obs. (67 : 69 = 1 : 1)
= (E67 × 3/4 + E69/4) × 2 − (E67/2 + E69/2)
= E67 × 3/2 + E69/2 − E67/2 − E69/2
= E67

(3) Estimated disease rate of Tainung 67 in the blend (67 : 69 : 70 = 1 : 1 : 1).

E67(69, 70) = Obs. (67 : 69 : 70 = 1 : 1 : 1) × 3 − Obs. (69 : 70 = 1 : 1) × 2
= (E67/3 + E69/3 + E70/3) × 3 − (E69/2 + E70/2) × 2
= E67

The t-test was used in testing the significance for differences between the observed and expected disease rates. For this, SQRT(2/N) used in ordinary LSD computation was substituted by SQRT(6/N) for (1) and (2) and SQRT(14/N) for (3).

If a variety receives no effect in disease infection from the neighboring variety mixing within hills, the estimated disease rate of that variety in the blend should be the same with its observed rate in pure stand. A positive difference of the observed rate from the estimated rate indicates a reduction in the disease infection due to seed-blending, while negative one indicates an increase.

Susceptible variety Tainung 67, blended with resistant varieties in a ratio of 1 : 1, always showed a reduced disease rate from that of Tainung 67 in pure stand particularly in blend (67 : 70 = 1 : 1) (Table 6). The magnitude of the reduction in disease rate was about 1.2-1.4 in LBL and about 30% in PBL. In the blend composed of only resistant varieties, the difference between observed and estimated rates were small, negative and not significant (Table 6). In the blends of 1 : 3 and 3 : 1 groups, the differences

Table 6. Differences between the observed BL disease rates of component varieties in pured stands and their estimated rates in various blends.

Component var. /DAT	45	52	59	69	PBL (%)
O67-E67 (69) or O69-E69 (67)	1.01	− 0.01	1.22	1.2 *	29*
O67-E67 (70) or O70-E70 (67)	1.24	1.2	1.63	1.44*	30*
O69-E69 (70) or O70-E70 (69)	− 0.09	− 0.11	− 0.11	− 0.12	−11
O67-E67 (69/4)	0.12	1.07	0.5	0.33	23*
O67-E67 (70/4)	1.03	− 0.26	− 0.11	0.74	−25*
O69-E69 (67/4)	1.27	2	0.9	0.45	6
O69-E69 (70/4)	0.35	− 0.01	− 0.49	− 0.31	6
O70-E70 (67/4)	0.03	− 1.12	− 0.42	− 0.16	− 3
O70-E70 (69/4)	0.22	− 0.02	− 0.06	− 0.01	11
O67-E67 (69, 70)	1.42	0.86	0.21	1.12	32*
O69-E69 (67, 70)	0.09	− 0.45	− 1.53	− 0.44	− 9
O70-E70 (67, 69)	0.32	0.76	− 1.12	− 0.2	− 8

O67 = Observed BL rate of Tanung 67 in pure stand. DAT = Days after transplanting.
E67(69) = Expected disease rate of Tainung 67 blended with Tainung 69 in 1 : 1 ratio. For its estimation, refer to the text.

were inconsistent and not significant except some in the PBL. Tainung 67 in trinary seed-mixture with Tainung 69 and 70 had its disease rate reduced by 0.21-1.42 in the LBL and 32% in the PBL, when compared with Tainung 67 in pure stand. For Tainung 69 and 70, such reduction in disease rate due to blending was relatively small and not significant (Table 6).

Discussion

Rice culture in Taiwan has been in monocultural situation since 1970 after the release of Tainan 5. The situation became worse when Tainung 67 took the leading position in 1980. The main criticism against Tainung 67 has been the occurrence of BL and bacterial leaf blight (BLB) diseases, even though the total BL diseased area dropped to about a half of that in the previous Tainan 5 period. The BL disease has been almost controlled by the improved type of Tainung 67 or the BL resistant Tainung 70 in recent years. The first sign of resistance breakdown in this variety appeared in 1986-87, two years after its official release and cultivation in BL prevailing areas. Since breeding to pyramid BL resistance genes in a variety is a longterm project, we have to look for other ways to tackle with its possible breakdown. Here our approach is the use of composite varieties.

Since no significant yield difference among entries was found in the two tests conducted at TARI, the merit from growing composite variety in BL free areas seems to be limited. Other workers (Chang and Oka, 1986) also reported the same result. On the other hand, the yield difference was highly significant in the Kuohsin BL nursery, indicating that composite varieties behave differently under blast prevailing conditions. Seed-blending frequently reduced the disease infection from those expected from their component varieties in pure stands. For examples, blend(67 : 69=1 : 1) got a disease reduction of 27.0-48.8% in LBL and 44.1% in PBL, and another blend (67 : 70=1 : 1) had a 17.2-28.2% reduction in LBL and 41.7% in PBL (Table 5). In rust disease of wheat, 33% to 100% were reported (Suneson, 1960) ; and in stem rust disease of oats it was 20% (Leonard, 1969). The decrease of disease rate in many blends was made possible by a favorable cooperation effect between the susceptible variety and the resistant variety in mixed stands. In blends (67 : 69=1 : 1), (67 : 70=1 : 1) and (67 : 69 : 70=1 : 1 : 1), Tainung 67 received a favorable effect in various degrees rendered by the resistant Tainung 69 and 70 (Table 6).

Several blends like (67 : 70=1 : 1), (67 : 70=1 : 3) and (69 : 70=1 : 3) seem to be desirable in grain yield and blast resistance. As mentioned in previous paragraphs, the reduction of disease rate due to seed-mixing tended to be low at the peak stage of BL disease. In this stage, rapid propagation of synchronized race(s) of the blast fungus took place due to predominated host, Tainung 67. Resistant varieties, Tainung 69 and 70, could controlled it but probably not long. As an alternative measure, we may use composite varieties or rotationally grow a series of varieties resistant to new race(s) that come up in each race cycle. To control completely the blast disease by seed-mixed varieties is not an easy task, because some of their component varieties may become

susceptible to predominated race(s).

Composite varieties are commonly grown in Europe and registered in the USA (Chang and Oka, 1986). Considering the worsened monocultural situation of rice in Taiwan, it is probably the time to practice this type of rice culture. For general acceptance of composite varieties by farmers, there needs to amend the seed production and inspection system as proposed by Chang and Oka (1986). They further suggested to establish seed lots of a blend from separately harvested stock seed of different component varieties to produce its extension seed. If this system is employed, the extension seed should not be included in seed-testing. About 70 % of extension seed growers of rice in Taiwan are now simultaneously the operators of rice nursery centers. They produce rice seed they need and raise seedlings in trays as the final product for sale. Raising rice seedlings in trays is a "must" work for mechanical transplanting by powered transplantors. They receive stock seed once every two years in average. How much genetic change occured in a blend population due to the interaction between host and pathogen and due to the competition between component varieties in four generations of two years, needs investigation. Another problem which this system may encounter is that farmers may complain for the nonuniformity of rice quality of multiline particularly the so-called dirty multiline variety.

Literature Cited

Borlaug, N. E. 1959. The use of multilineal or composite varieties to control airborn epidemic disease of self-pollinated crop plants. Proc. 1st Internl. Wheat. Genet. Symp., Winnipeg, pp. 12-27.

Chang, S. J. and S. C. Hsieh. 1986. The use of genetic diversity in rice population with special emphasis on blast disease management. *In* New Frontiers of Breed. Res., Proc. 5th Internl. Congr. SABRAO, pp. 719-729, Kasetsart Univ. Bangkok.

Chang, S. J. and H. I. Oka, 1986. Self-pollinated crop population: pure or heterogeneous? A review of literature and some new data. Internl. Symp. Explor. Util. Crop Genet. Resources, Dec. 6-12, 1986. Taichung Dist. Agrl. Impr. Stat., Changhua, Taiwan, ROC.

Chien, C. C. 1967. Studies on the physiological races of the rice blast fungus, *Piricularia Oryzae* Cav. Bull. No. 26, Taiwan Agrl. Res. Inst., Taipei, ROC.

Chiu, S. M. and Y. C. Teng, 1976. Studies on disease resistance, yielding capacity and grain quality of blast resistant multilines and composite varieties of rice. J. Agrl. Res. China 25 : 249-258.

Koizumi, S. and H. Kato. 1987. Effect of mixed plantings of susceptible and resistant rice cultivars on leaf blast development. Ann. Phytopath. Soc. Japan 53 : 28-38.

Leonard, K. J. 1969. Factors affecting rates of stem rust increase in mixed plantings of susceptible and resistant oat varieties. Phytopathol. 59 : 1845-1850.

Murphy, J. P., D. B. Helsel, A. Elliott, A. Elliott, A. M. Thro and K. J. Frey. 1982. Compositional stability of an oat multiline. Euphytica 31 : 33-40.

Oka, H. I. 1982. The use of genetic diversity in managing agroecosystems. *In* Proc. Pl. Breed., (ed.) S. C. Hsieh, Taiwan Agrl. Res. Inst., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

Suneson, C. A. 1960. Genetic diversity-protection against plant diseases and insects. Agron. J. 52 : 319-321.

Wu, H. K., C. L. Chen and J. P. Wang. 1979. Races of *Pyricularia oryzae* Cav. and rice cultivar resistance. Natl. Sci. Council Monthly (ROC) 7(5) : 497-516 (in Chinesewith English summary).

水稻混合品種對稻穀產量及稻熱病之反應[1]

黃真生 陳正昌 陳治官[2]

摘 要

從二個抗稻熱病及抗褐飛蝨之水稻品種及一個極感主要品種，成立10個混合品種，在易及不易發病兩處，以成分品種爲對照做產量比較試驗。此等三品種有密切的親緣關係，有如類似擬基因品系。在不易發病處的二次試驗，產量差異均不顯著，但在易發病處有顯著的產量差異。多數混合品種的罹病率均比其成分品種在純種時的罹病率之平均減少。葉稻熱病最高減少27.0%至48.8%，而穗頸稻熱病減少44.1%。此百分率在發病初期及末期較高，但在發病盛期卻較低。上述混合品種罹病率之減少乃抗病品種所顯示有益的合作反應所致。

1.臺灣省農業試驗所 試驗報告第 1369 號。

2.臺灣省農業試驗所農藝系研究員、助理及助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 36(4)：345～356 (1987)

大、小粒型落花生品種之生長特性比較

Ⅱ、植株全氮與非構造性碳水化合物濃度之變化[1]

張富洲　劉大江[2]

摘要：以小粒型落花生品種臺南選9號與大粒型品種 Beni Bunch爲材料，分春、秋作於田間進行試驗，始花後每週取樣，測定葉面積與比葉重，分析植株各器官全氮與非構造性碳水化合物（TNC）濃度，以比較兩型品種生理性狀的差異。試驗未能發現單位面積莢果與子粒產量之品種間及期作間差異，但單株產量以大粒型品種較高，葉面積則春作顯著超過秋作，但未能表現於乾物質與子粒生產，兩型品種可能具有不同的最適葉面積指數值。Beni Bunch品種營養器官中氮素濃度顯著高於臺南選9號，生育中期以後濃度降低的幅度較大，但種子含氮濃度則較低，顯示大、小粒型品種在氮素需求及利用效率方面的差異。植株愈早分化產生之子房柄的全氮與 TNC 濃度愈高，暗示同一時間不同生育階段之子房柄間有競爭養分作用存在，因而降低後期發生之子房柄形成成熟莢果的比率，導致落花生生殖效率低落。秋作植株營養器官TNC濃度高於春作，又以乾重超過全株總乾重40%的莖稈而言，TNC濃度以臺南選9號爲高，而且Beni Bunch在生育中、後期 TNC 濃度降低較爲明顯，顯示在光合成物供需平衡關係方面，小粒型品種的表現較優，亦可能與大粒型品種子粒充實具有關係。植株營養器官全氮與 TNC 濃度雖於子粒充實期間降低，但含量均有增加，亦即並無再轉移至子粒之現象發生；莢果壁則具有暫時性貯藏功能，所含養分可再轉移以供子粒充實之需。

落花生爲本省重要雜糧作物之一，近年來適合食用之大粒型品種（屬 Virginia type）重要性日增，但與小粒型品種（屬 Spanish type）比較，其產量與剝實率均低，子粒飽滿度欠佳，嚴重影響商品價值[3]；如何經由品種與栽培技術之改良以提高產量及品質，爲國內農業科技研究的重點之一。本所作物生理研究室即曾調查春作兩型品種之農藝性狀表現，發現生育中期以後，植株作物生長速率快速下降，爲乾物質生產低落原因，且營養器官與生殖器官間有競爭養分的現象存在，因而影響子粒產量[2]，但其內在作用因子爲何，則仍有待進一步研究。

落花生子粒富含蛋白質與油分，對氮素及碳水化合物的需求極高，欲求高產，必須具備旺盛之光合成作用及平衡之氮素供需關係。落花生原爲淨光合作用速率極高的作物[11]，但在產量表現方面常遜於同屬C_3型之禾穀類作物[8]；由於落花生屬於豆科，各項生理作用受氮素營養的影響很大，Court *et al.*[7]、Ono[10]、Santos and Sutton[13]與Selamat and Gardner[15,16]均曾探討落花生之氮素生理作用，認爲與淨光合成速率有密切關係，且平衡的氮素供需（N budget）對產量極爲重要。非構造性碳水化合物（total nonstructural carbohydrates，簡稱TNC）爲作物能量與儲藏物質的主要來源，對維持生理活性及產量極具意義[18]，但在落花生方面的相關試驗報告極少；在國內曾有

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1370 號。本試驗部份分析工作承魏夢麗與林淑雰小姐協助，謹致謝意。
2.本所農藝系助理與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

針對日夜溫差對落花生葉片 TNC 濃度影響的研究[1]，但在植株各器官之 TNC 生產與分佈，及田間與期作性的表現方面，仍缺少詳細的資料可供參考。

本所作物生理研究室因而在對大、小粒型落花生品種乾物質之累積與分配進行基本研究[2]之後，繼續探討春作與秋作栽培環境下，落花生植株各器官生育期間全氮與非構造性碳水化合物農度的變化，並著重於品種間的比較，以期對大、小粒型落花生品種之產量生理有更充分的瞭解。

材料與方法

試驗採用大粒型落花生品種 Beni Bunch與小粒型品種臺南選 9 號爲材料，於民國74年在臺中縣霧峰鄉本所試驗農場分春、秋作進行。Beni Bunch 與臺南選 9 號春作之行株距分別爲40×15與40×10cm，秋作爲35×15與35×10 cm，播種時每穴播二粒種子，不間拔；每小區10行，行長 4.5m，採逢機完全區集設計，重複 6 次。田間肥料用量爲每公頃硫酸錏120kg，過磷酸鈣 300kg，氯化鉀150kg，均以基肥一次施用。生育期間行中耕除草及培土一次，其他田間管理依一般慣行栽培法進行。

自落花生始花後一週起每週取樣一次，每次自每小區逢機選取連續生長之10株爲樣品，將植株區分爲葉片、莖桿（含葉柄）及根部，子房柄（peg）依據 Wilkerson *et al.*[20] 之標準區分爲 P_1（氣生子房柄）、P_2（子房柄伸入土中）、P_3（子房柄尖端略爲膨大）及P_4（子房柄完全膨大成果實）等發育階段；自種子形成後並將莢果區分爲莢果壁與種子。

測定葉面積時係將每一小葉自葉枕處摘下，擦拭後以 LI-3000型葉面積儀（LI-COR Co., U. S. A.）測定；植株各部位之乾物重係於送風乾燥機中以 80°C烘乾 48hr後秤量，經由葉片乾重與面積資料，可計算比葉重（specific leaf weight, SLW），由種子與莢果乾重比值（seed/pod ratio）可得剝實率（shelling rate）。

植株各器官於烘乾及秤量乾物重後，以 Wiley mill 經 40目（mesh）篩磨粉，再以 semi-micro Kjeldahl法分析全氮濃度，仿Smith[18] 方法測定非構造性碳水化合物濃度。

落花生成熟時，自每小區選取 2 至 6 行收穫，每行均收穫連續 1m 長度內之植株，並計算植株數，以供缺株校正之需；脫莢後以日曬充份乾燥，秤量莢果與種子重，計算單株產量，並換算爲公頃產量。

結　　果

依據本試驗之行株距與播種量，臺南選 9 號與Beni Bunch 品種春作之最高公頃株數應分別爲50萬與33萬 3 千，秋作應分別爲57萬 1 千與38萬 1 千，但由於發芽出土率未臻理想，實際株數偏低；臺

Table 1. Agronomic and yield characteristics of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons*

Variety	Crop Season	Germination Rate (%)	Pod Weight (g/plant)	Seed Weight (g/plant)	Shelling Rate (%)	Pod Yield (kg/ha)	Seed Yield (kg/ha)
Tainan S. 9	Spring	64.96**	7.64 b	5.44 b	71.2 a	2,520 a	1,800 a
Beni Bunch	Spring	75.7 a	9.44 a	6.98 a	74.1 a	2,379 a	1,760 a
Tainan S. 9	Fall	78.5 a	5.18 b	4.02 b	77.6 a	2,300 a	1,790 a
Beni Bunch	Fall	65.8 b	9.91 a	7.14 a	72.0 b	2,479 a	1,790 a

* Plant spacings for Tainan S. 9 and Beni Bunch is 40×10 and 40×15cm in the spring and 35×10 and 35×15cm in the fall crop seasons, respectively.

**Means with the same letter between varieies of each crop season are not significantly different an 5% level by Duncan's New Mutiple Range Test.

南選 9 號與Beni Bunch品種春作發育至成株之比率分別爲 64.9與75.7%，秋作分別爲78.5與65.8%（表 1），故在定期取樣時注意避免缺株效應，成熟期取樣計算產量時，則不考慮缺株影響，以瞭解羣落之生產潛力。

春作之單株莢果產量以Beni Bunch品種較高（9.44 g），臺南選 9 號較低，爲 7.64 g，兩品種之剝實率分別爲 74.1 與 71.2% ，差異未達顯著水準，秋作之單株莢果與子粒產量亦均以大粒型品種Beni Bunch爲高，但剝實率則低於臺南選 9 號（表 1）。受到栽培密度與發芽率的影響，兩品種在兩期作之公頃莢果與種子產量均極爲相近，莢果產量爲2,300-2,520 kg/ha，種子產量介於1,760-1,800 kg/ha之間。

落花生植株自始花後葉面積即迅速增加，約於始花後 7－9 週達到高峰，而後逐漸下降（表 2）。春作自始花後第 6 週開始，Beni Bunch 品種之單株葉面積即顯著較臺南選 9 號爲高，其最大值爲 2,385 cm^2/plant，遠超過臺南選 9 號之1,898 cm^2/plant，但 Beni Bunch 品種葉面積於生育後期之降低亦極爲迅速，在近成熟期時與臺南選 9 號已無顯著差異存在(表 2)；秋作落花生單株葉面積於生育期間之變化趨勢及品種間的差異與春作表現相似，但其絕對值均遠低於春作，臺南選 9 號最大葉面積爲792 cm^2/plant，僅爲春作最大值之42%，Beni Bunch 爲1,275 cm^2/plant，亦僅爲春作之54%。

春作落花生之比葉重均於生育初期較高，自始花後第 4 週開始下降，臺南選 9 號在近成熟期時有再次上升的趨勢， Beni Bunch 的變化則較不明顯；品種間之比較則除始花後第 2－6 週間以 Beni Bunch品種較高外，其他各生育階段之差異未達顯著水準（表 2）。秋作之表現與春作不同，除始花後第 2－3 週外，未見品種之差異，且生育期間之比葉變化甚微，兩品種在接近成熟時，比葉重均有增高的趨勢（表 2）。

落花生營養器官中，以葉片內所含氮素濃度最高， 自始花後，葉片氮濃度自 3.6% 逐漸上升至

Table 2. Leaf area (cm^2/plant) and specific leaf weight (mg/cm^2) of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Leaf Area														
Tainan S. 9	Spring	234 a*	430 a	612 a	952 a	1,354 a	1,505 b	1,766 b	1,708 b	1,898 b	1,417 b	1,401 a		
Beni Bunch	Spring	280 a	355 b	607 a	1,034 a	1,421 a	2,062 a	2,215 a	2,385 a	2,147 a	1,913 a	1,470 a		
Tainan S. 9	Fall		415 a	439 a	564 a	644 b	763 b	792 b	726 b	712 b	683 b	517 b	379 b	
Beni Bunch	Fall		374 a	603 a	613 a	906 a	1,020 a	1,178 a	1,265 a	997 a	1,275 a	987 a	833 a	862
Specific Leaf Weight														
Tainan S. 9	Spring	4.45 a	4.71 b	4.65 b	4.03 b	3.40 b	4.09 b	4.32 a	4.14 a	4.23 a	4.31 a	4.48 a		
Beni Bunch	Spring	4.48 a	6.12 a	5.55 a	4.80 a	4.80 a	4.37 a	4.23 a	4.23 a	4.22 a	4.10 a	4.30 a		
Tainan S. 9	Fall		4.80 b	4.60 b	5.08 a	5.62 a	4.81 a	5.48 b	5.62 a	5.68 a	5.70 a	5.67 a	6.13 a	
Beni Bunch	Fall		5.96 a	6.19 a	5.25 a	5.53 a	5.42 a	5.90 a	5.44 a	5.48 a	5.80 a	6.10 a	5.97 a	6.13

* Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

4.3%，臺南選 9 號與 Beni Bunch 品種表現相同；但自始花後第 4 週開始，濃度即趨下降，又以臺南選 9 號的降幅最爲明顯（表 3）；成熟期臺南選 9 號葉片氮濃度爲3.23%，較始花後第 4 週之最高濃度4.37%降低1.14%，Beni Bunch成熟期葉片仍含有3.5%之全氮，與最高濃度4.41%（始花後降幅爲0.79%。在子粒充實期間，大粒型品種葉片氮濃度均較臺南選 9 號高約 0.5%（表 3）。秋作第 6 週）比較，臺南選 9 號葉片氮素濃度亦以生育初期較高（4.29%），其後下降幅度略大於春作，但收穫時之濃度又行上升，高達3.83%；Beni Bunch 葉片氮素濃度最高爲5.48%，超過春作之4.29%甚多，亦較臺南選 9 號爲高，唯其下降亦較明顯，收穫時僅爲3.47%（表 3）。

春作自始花後第 3 週起，莖稈內氮濃度即快速下降，以臺南選 9 號爲例，濃度自2.25%降至成熟期之0.90%，Beni Bunch 品種則自2.30%降爲1.00%（表 3）。與葉片的表現相同，自始花後第 5 週開始，莖桿濃度即以Beni Bunch品種爲高，兩品種間之差距亦約爲0.5%。秋作之表現與春作不同，臺南選 9 號莖桿氮素濃度雖亦呈下降趨勢，但幅度小於春作，成熟期濃度仍高達1.76%。

春作根部氮濃度在試驗進行期間多維持於2.5~3.3%，而且隨生育期進度之濃度下降亦不若葉片與莖桿明顯（表 3）。但 Beni Bunch品種於收穫前三週期間，根部氮濃度之降幅頗大，因此成熟期

Table 3. Nitrogen concentration (%, dry basis) in the leaf blade, stem and root of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Leaf Blade														
Tainan S. 9	Spring	3.60 a	3.64 a	4.25 a	4.37 a	3.82 b	3.87 b	3.80 b	3.74 b	3.35 b	3.50 b	3.23 b		
Beni Bunch	Spring	3.67 a	3.60 a	4.07 a	4.29 a	4.09 a	4.41 a	4.32 a	4.11 a	3.94 a	3.99 a	4.03 a	3.85	3.49
Tainan S. 9	Fall	3.24	3.80 a	4.29 a	4.16 b	3.51 b	3.77 b	3.40 b	3.31 b	3.33 b	3.32 b	3.17 b	3.83 b	
Beni Bunch	Fall		3.76 a	4.33 a	5.48 a	5.08 a	44.3 a	4.24 a	4.66 a	4.14 a	4.28 a	4.04 a	3.50 b	3.47
Stem														
Tainan S. 9	Spring	1.98 a	2.02 a	2.25 a	1.88 a	1.60 b	1.42 b	1.27 b	1.20 b	0.96 b	0.96 b	0.90 b		
Beni Bunch	Spring	1.95 a	1.92 a	2.30 a	1.99 a	2.12 a	1.88 b	1.85 a	1.61 a	1.48 a	1.34 a	1.34 a	1.23	1.00
Tainan S. 9	Fall		2.00 b	2.24 b	2.04 b	1.54 b	1.63 a	1.53 b	1.47 b	1.52 b	1.73 b	1.71 a	1.76 a	
Beni Bunch	Fall		2.50 a	2.50 a	2.95 a	2.47 a	2.34 b	2.47 a	2.45 a	2.25 a	2.11 a	1.97 a	1.63 a	1.91
Root														
Tainan S. 9	Spring	2.50 a	2.92 a	3.18 a	2.83 a	2.54 b	2.91 a	2.86 a	2.65 b	2.49 b	2.42 b	2.56 a		
Beni Bunch	Spring	2.75 a	2.94 a	2.87 b	3.05 a	2.90 a	3.10 a	3.23 a	3.02 a	2.78 a	2.91 a	2.58 a	2.48	1.92
Tainan S. 9	Fall	2.34	2.57 b	2.90 b	2.41 b	2.35 b	2.20 b	2.04 b	2.25 b	2.24 b	2.22 b	2.49 a	2.32 a	
Beni Bunch	Fall		3.17 a	3.27 a	3.82 a	3.33 a	3.30 a	2.56 a	2.87 a	2.69 a	2.67 a	2.53 a	2.22 a	2.27

*Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

之根部氮濃度，以臺南選9號（2.49%）高於 Beni Bunch（1.92%）。秋作臺南選9號根部氮素濃度變化趨勢幾與春作完全相同，僅數值稍低；Beni Bunch（1.92%）品種在始花後3－6週間均維持於3.3—3.8%之間，自第7週起下降，唯降幅亦不明顯；品種間比較仍以大粒型品種 Beni Bunch 爲高（表3）。

子房柄與莢果內氮素濃度之經時變化示於表4；氣生子房柄(P_1)與開始伸入土中之子房柄（P_2）均屬發育早期之子房柄，而其含氮濃度在始花期較高，生育後期較低，亦即表示越晚發生之子房柄內

Table 4. Nitrogen concentrations (%, dry basis) in the pegs (including pod wall and seed) of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming 4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Pegs 1 and 2									
Tainan S. 9	Spring	4.12a*	3.73 a	4.06 a	3.81 a	3.65 a	3.26 a	3.14 a	3.13 a		
Beni Bunch	Spring	3.31b	3.49b	3.20b	3.42b	3.16 b	3.24 a	2.75 b	2.52 b	2.19	1.84
Tainan S. 9	Fall	3.82 **	3.82	3.95	3.48	3.52	3.61	2.98	3.60	3.18	
Beni Bunch	Fall	4.68	3.86	4.10	3.22	3.72	3.82	3.22	2.93	2.01	2.11
		Peg 3									
Tainan S. 9	Spring	3.72 a	3.67 a	3.21 a	3.24 a	3.41 a	2.99 b	3.14 a	3.13 a		
Beni Bunch	Spring	3.34 b	3.13 b	3.02 b	3.33 a	3.14 a	3.12 a	3.00 a	2.71 b	2.65	2.18
Tainan S. 9	Fall	3.45 b	3.27 a	2.99 a	3.41 a	3.32 a	3.49 a	3.64 a	3.83 a	3.62 a	
Beni Bunch	Fall	4.30 a	3.59 a	3.33 a	2.82 b	3.17 a	3.04 b	2.86 b	2.80 b	2.44 b	2.41
		Pod Wall									
Tainan S. 9	Spring		3.18 a	2.85 a	2.54 b	2.33 a	2.06 b	1.75 b	1.49 b		
Beni Bunch	Spring		3.17 a	2.48 b	2.90 a	2.40 a	2.50 a	2.12 a	1.72 a	1.46	1.36
Tainan S. 9	Fall	3.47 b	3.33 b	3.33 a	2.83 b	2.60 b	2.38 b	2.13 a	2.19 a	2.34 a	
Beni Bunch	Fall	3.72 a	3.80 a	3.47 a	3.22 a	3.01 a	3.21 a	2.42 a	2.38 a	2.14 a	1.36
		Seed									
Tainan S. 9	Spring		4.26 a	4.44 a	4.66 a	4.78 a	4.40 a	4.50 a	4.56 a		
Beni Bunch	Spring		3.37 b	3.68 b	4.08 b	4.10 b	4.08 b	4.15 b	4.43 a	4.20	4.37
Tainan S. 9	Fall				4.74 a	5.17 a	5.49 a	5.13 a	5.81 a	5.94 a	
Beni Bunch	Fall				4.01 b	4.53 b	4.44 b	4.31 b	4.65 b	4.67 b	4.21

* Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.
**Test of significance between varieties was not made due to insufficiency of samples.

，所含氮素濃度越低。春作品種間比較，則P_1與P_2子房柄氮濃度均以臺南選9號爲高。尖端開始膨大之子房柄（P_3）氮濃度雖亦隨植株之發育成熟而下降，但程度不如P_1與P_2，品種間的差異亦較不明顯（表4）。秋作試驗樣品不足，將各小區之P_1與P_2合併分析，因不具重複而未行統計分析，但品種間之差異似不若春作明顯，且臺南選9號濃度隨取樣時間之降低趨勢較爲緩慢，成熟期仍高達3.18%；Beni Bunch 品種之表現不同，始花後4週P_1與P_2氮素濃度高達4.68%，但其後之下降亦快，第12週以後初生子房柄P_1與P_2之濃度僅爲2.11%。秋作臺南選9號 Beni Bunch所含氮素濃度自始花後第6週開始有上升的趨向，幅度由2.99%上升至3.62%，Beni Bunch 品種則表現下降的趨勢，品種間比較，仍以臺南選9號較高（表3）。

在落花生所有的器官中，以莢果壁內氮濃度之下降最爲顯著（表4）。春作始花後第4週臺南選9號莢果壁氮濃度爲3.5%，其後完全直線下降，成熟期僅爲1.49%；Beni Bunch品種莢果壁氮濃度雖較具變化，但仍維持下降趨勢，成熟期之濃度爲1.36%。秋作莢果充實期間莢果壁氮素濃度亦明顯下降，臺南選9號自始花後第4週之3.47%下降至成熟期之2.34%，Beni Bunch 則自3.72%降至1.36%；在始花後第9週以前，莢果壁氮素濃度以Beni Bunch品種爲高其後之差異則不顯著(表4)。

子粒內含氮濃度頗高（表4），春作臺南選9號子粒自形成後，濃度即持續上升，始花後第9週雖一度下降，成熟期仍高達4.56%，相當於28.7%之蛋白質；Beni Bunch 品種子粒氮濃度自始花後第9—11週內連續升高，唯成熟子粒內濃度爲4.37%，合27.5%蛋白質，略低於臺南選9號。秋作臺南選9號種子內氮素濃度變化的最大特色爲充實期間持續升高，並均高於 Beni Bunch品種，成熟期種子氮素濃度爲5.94%，合37.1%蛋白質，顯著超過春作，Beni Bunch 品種爲4.21%，合26%蛋白質，與春作接近（表4）。

春作葉片內非構造性碳水化合物（TNC）濃度的變化示於表5。兩品種始花初期葉片 TNC濃度極高，佔乾物重之20%以上，但下降亦極爲迅速；臺南選9號在始花後第2至第4週內，降幅達12.4%，其後變化較少，介於5.8—9.6%之間；Beni Bunch 自始花後第3至第7週，葉片 TNC 濃度自20.4%劇降至 3.9%，其後亦趨平穩，多維持在5%以下；始花後第6至9週間的濃度以臺南選9號爲高。秋作葉片內 TNC 濃度變化的趨勢與春作相近，品種間差異較不顯著，且成熟期之濃度高於春作（表5）。

春作莖部 TNC 濃度與葉片相同，呈現由高至低之變化，臺南選9號由始花後第2週之15.1%，下降至成熟期之6.6%，Beni Bunch則由第3週之14.7%降爲 3.6%，降幅較大，且在子粒充實期間，濃度多略低於臺南選9號（表5）。秋作臺南選9號莖部 TNC 濃度自始花後逐漸上升，第4週以後均維持於11%以上，雖亦具有變化，但成熟時仍高達13.71%；反之，Beni Bunch品種在始花後第7週以前，濃度雖持續上升至10.8%，其後則連續下降，成熟時僅爲6.96%（表5）。

Beni Bunch品種根部TNC濃度在始花後3週高達22.1%，遠超過同一時期臺南選9號之14%，但Beni Bunch之下降亦極爲快速，始花後第7週時僅爲5.2%（表5）；反之，臺南選9號在始花後2至5週內，根部 TNC 濃度平穩，約爲14—15%，第5至7週時之下降亦較緩慢，降幅在4%左右；換言之，在子粒充實過程中，小粒型品種臺南選9號根部TNC濃度均高於大粒型品種Beni Bunch。在秋作始花後11週以前，兩品種根部 TNC 濃度多未見差異，且隨時間之變化不明顯，亦無下降趨勢，濃度均在9—14%之間，僅有之例外爲始花後13週成熟期Beni Bunch根部TNC濃度較低，約爲6.6%（表5）。

秋作初生子房柄P_1、P_2與P_3之 TNC 濃度變化例於表6；兩品種 P_1 與P_2濃度均低於P_3之濃度，且以臺南選9號較高，其變域在始花後第7週以前爲10.65—14.56%，第8週以後下降，成熟時爲7.11%；Beni Bunch品種在始花後6週以前自7.68%上升至12.39%，第7週以後自 10.56%下降至成熟之4.03%（表6）。臺南選9號P_3之 TNC 濃度在第5週以前多在30%以上，其後略爲降低，但幅度不大，濃度多維持於25%以上；Beni Bunch品種P_3之 TNC 濃度在始花後第 4.5週較臺南選9號爲

Table 5. Concentrations of total nonstructural carbohydrates (%, dry basis) in the leafblade, stem and root of peanut varietiesTainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Leaf Blade														
Tainan S. 9	Spring	—	14.43	—	12.01	9.61 b*	9.62 a	5.82 a	—	8.15 a	—	5.89 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	20.42	—	14.16 a	8.12 b	3.94 b	—	3.65 b	—	5.50 a	—	4.59
Tainan S. 9	Fall	20.87	13.21	—	8.36 a	—	11.14 a	—	11.20	—	9.69	7.50 a	9.81	
Beni Bunch	Fall				8.16 a	—	10.58 a	13.03	—	7.33	—	7.05 a	—	8.24
Stem														
Tainan S. 9	Spring	—	15.12	—	11.36	15.52 a	11.93 a	11.09 a	—	11.82 a	—	6.56 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	14.72	—	13.32 a	10.47 b	7.11 b	—	8.65 b	—	3.54 b	—	3.59
Tainan S. 9	Fall	8.94	6.94 a	7.88	11.50 a	15.76	13.09 a	—	11.22	—	12.88	12.54 a	13.71	
Beni Bunch	Fall	—	7.54 a	—	8.80 b	—	10.17 b	10.81	—	9.47	—	5.62 b	—	6.96
Root														
Tainan S. 9	Spring	—	14.89	—	13.95	14.78 a	12.98 a	10.53 a	—	11.42 a	—	5.81 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	22.08	—	12.84 b	10.08 b	5.16 b	—	5.76 b	—	4.03 b	—	4.04
Tainan S. 9	Fall	10.74	10.47 a	—	13.38 a	—	12.00 a	—	9.28 b	—	10.80	11.51 a	10.40	
Beni Bunch	Fall	—	11.75 a	—	12.75 a	—	12.31 a	—	11.20 a	11.30	—	11.76 a	—	6.58

* Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

低，但在第 6 週以後已未呈現品種間之差異（表 6）。

落花生莢果壁與子粒內 TNC 濃度雖亦呈直線下降的趨勢（表 6）春作始花後第 5 週時，Beni Bunch莢果壁 TNC 濃度高達38.7%，但 2 週內即降至18.4%，始花後第11週時更下降爲 6.3%，變化極爲明顯。臺南選 9 號品種莢果壁內 TNC 濃度在始花後第 5 週爲 28.9%，第 7 週時爲 12.4%，降幅亦大，但隨後即趨平緩，成熟時之濃度爲 8 %，較Beni Bunch之6.8%略高。秋作始花後第 4 、5 週時，臺南選 9 號莢果 TNC 濃度爲30—37%，超過Beni Bunch之23—27%，其後兩品種之濃度均有明顯下降，但反以 Beni Bunch品種之濃度爲高，成熟莢果之莢果壁內仍含有高達10%以上之非構造性碳水化合物（表 6）。

TNC 並非落花生子粒內最主要之成分，但春作在子粒形成初期之濃度亦高達30.6%（臺南選 9 號）與37.8%（Beni Bunch），隨子粒逐漸發育成熟，濃度明顯下降，收穫期大小、粒型落花生子粒乾物質中，分別有51.0%與13.1%係由 TNC 所組成（表 6）。秋作係自始花後第 7 週始測定子粒內 TNC 濃度，臺南選 9 號爲19.1%，其後逐漸下降，成熟時爲13.5%，與春作相同；Beni Bunch 品種子粒 TNC 濃度較臺南選 9 號爲高，始花後第 7 週爲 30.4%，成熟時爲17.5%，略高於春作（

表6）。

Table 6. Concentrations of total nonstructural carbohydrates (%, dry basis) in the leaf blade, stem and root of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						Pegs 1 and 2							
Tainan S. 9	Fall	10.65	12.25*	16.23	17.35	11.15	14.56	10.61	7.20	9.79	10.62	7.11	
Beni Bunch	Fall	—	7.63	7.05	12.38	12.39	10.56	8.15	7.16	5.73	7.51	4.25	4.03
						Peg 3							
Tainan S. 9	Fall	24.96*	31.24	30.25 **	31.21 a	27.95 a	22.09 b	24.83 a	28.66 a	26.08 a	25.79 a	27.38 a	
Beni Bunch	Fall	10.49	37.52	23.72 b	24.64 b	26.56 a	28.97 a	27.33 a	27.90 a	26.04 a	28.93 a	25.80 a	17.97
						Pod Wall							
Tainan S. 9	Spring	—	—	25.05	28.86 a	25.32 b	12.40 b	—	10.54 a	—	7.99 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	—	38.69 a	35.01 a	18.40 a	—	11.55 a	—	6.29 a	—	6.79
Tainan S. 9	Fall	—	—	37.29 a	29.53 a	25.95 a	14.29 b	15.15 b	12.84 b	11.26 b	10.42 b	10.76 b	
Beni Bunch	Fall	—	—	26.59 b	22.77 b	23.18 a	24.20 a	22.14 a	17.12 a	17.71 a	20.72 a	15.91 a	10.51
						Seed							
Tainan S. 9	Spring	—	—	—	30.61	25.46 b	18.35 b	—	18.65 b	—	13.14 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	—	—	37.80 a	26.07 a	—	24.15 a	—	13.65 a	—	15.04
Tainan S. 9	Fall	—	—	—	—	—	19.05 b	18.26 b	13.50 b	11.35 b	11.79 b	13.53 a	
Beni Bunch	Fall	—	—	—	—	—	30.37 a	27.94 a	26.69 a	20.79 a	21.00 a	17.29 a	17.51

* Test of significance between varieties was not made due to insufficiency of samples.
**Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

討　　論

雖然大粒型落花生品種較具高產潛力，但在國內栽培，其產量常遜於小粒型品種 [3]，確切原因尚未明瞭，本試驗之大、小粒型品種間與期作間莢果與子粒產量均無差異（表1），但以莢果產量約 2.4t/ha，子粒產量約1.8t/ha 而言，仍較國外報告爲低 [7,20]；在春作低產方面，本研究室曾報告可能導因於較低的乾物質生產速率與分配效率，及營養器官與生殖器官間的競爭 [2]，此外亦可由植株內部重要營養成分的變化，及可能對生理作用產生的影響予以探討，此爲本報告之主要目的。

落花生具有極高之淨光合作用速率 [6,11]，但乾物質生產 [2] 與子粒產量均未臻理想，探討落花生植株之供源能力，葉面積形成應無不足之慮；一般認爲落花生葉面積指數（LAI）爲 3－4 時即可完

全覆蓋田區上面，充份吸收光能，LAI繼續增高對落花生生長並無助益[5,8,13]，本試驗中春作臺南選9號最高LAI可達9.5，Beni Bunch為8.0，秋作則較低，兩品種分別為4.9（資料由表2計算而得），與蔡[4]於屏東地區之試驗結果相近；春作是否因葉片生長過份繁茂而影響乾物質生產，為一可資探討的問題，依據本研究室未發表資料，當臺南選9號品種株高為 40cm，LAI 為 7 時，距離植株頂端 10cm處植株內層之透光率僅為 5 %，顯示遮光情形嚴重，應有可能導致光合速率降低。秋作LAI僅為春作之一半，子粒產量却無差異，似與Duncan[8]之理論符合，但亦顯示淨合成速率（net assimilation, rate NAR）與乾物質分配效率可能與春作有明顯的差異，值得對落花生乾物質累積生理做更進一步的研究。

Ono[10]報告落花生NAR與 Specific leaf area（SLA）有負相關關係存在，即NAR與比葉重（SLW）為正相相關，雖然 Pallas, Jr. and Samish[12]未能發現落花生植株淨光合作用速率與SLW之關係，但均認為 SLW不僅可反映光合作用潛力，同時也反映光合產物運轉潛力（translocation potential）；本試驗春、秋兩作之 SLW 多在 4 以上，較 Jones *et al.*[9]之結果略高，且在子粒充實前期（始花後 7 週以前）多以大粒型品種 Beni Bunch 為高，可能表示具有較旺盛之光合作用能力，Pallas, Jr.[11]即曾報告落花生品種間具有明顯之光合成能力差異。秋作子粒充實後期 SLW 升高（表 2），固可表示葉片之光合成物質生成量超過輸出量，但在討論供源能力是否確實超過積儲需求時，仍需考慮是否有其他因素限制子粒之正常發育與充實。

植株各營養器官中以葉片的氮素濃度最高，又以大粒型品種 Beni Bunch高於小粒型品種臺南選9號（表3），與 Tonn III and Weaver[19]的結果符合。本試驗中葉片氮素濃度雖隨植株之趨於成熟而有降低的傾向，但始終維持在3.5%的高濃度（表3），遠超過Tonn III and Weaver[19]與Santos and Sutton[13]的報告，顯示即至成熟後期，葉片內氮含量仍不虞缺乏；唯鑑於始花後第 7 週以後，植株之CGR大幅下降[2]，降幅更以葉片氮濃度為高的 Beni Bunch品種較為明顯，Ono[10]雖曾指出落花生始花後淨合成速率（NAR）與葉片氮濃度間有顯著的正相關，但本試驗結果認為在生育中、後期葉片氮濃度不為生理活性衰退或葉片老化的指標，其間關係應更為複雜。

豆科作物種子充實過程中所需之氮素，部分係由葉片轉移而來，被認為是導致植株老化的重要原因，但依據Sinclair and de Wit[17]，落花生為一例外。依據本試驗中各營養器官含氮濃度（concentration）變化而言，葉片略有降低，莖桿明顯降低，根部變化不大，似乎顯示有氮素自葉片與莖桿再轉移至發育中之子粒，但如由氮素含量（amount）觀之，由於各營養器官之乾物重快速增加[2]，含氮量在始花後 7 — 8 週以內亦持續升高，其後莖與根部含氮量之降低極微，葉片部位雖因老化脫落而難於正確估算其含氮量，但春作臺南選 9 號葉片內氮量於始花後第 9 週僅較最高含量減少 7 %左右，而 Beni Bunch品種在第 7 —11週間亦維持高而穩定的濃度，秋作之結果相近可判定本試驗中亦無明顯的氮素再轉移現象。品種間比較發現大粒型品種植株的田間需氮量遠超過小粒型品種。Tonn III and Weaver[19]也指出 Spanish品種葉面含氮量較 Virginia品種低約50%，顯示今後如欲提高大粒型品種在本省的產量與種子品質，或應注意與氮素代謝與利用有關的研究。

春作兩品種與秋作 Beni Bunch品種早期發生之初生子房柄（P_1與P_2）氮濃度均高於後期發生之初生子房柄（表 4），為一極富趣味之現象，是否與未來能否發育為成熟莢果有關，為一值得探討的問題，但由於Beni Bunch品種P_3子房柄氮素濃度高於P_1與 P_2子房柄，顯示上述假說成立之可能性。莢果壁氮素濃度在子粒充實期間大幅下降，而其乾物重也在中期後下降（資料未列出），表示在早期具有暫時貯存氮素的功能，並於後期有大量氮素轉移至子粒，供充實之需。春作子粒內氮素濃度穩定，亦即氮素與乾物質累積速率相近，秋作則因隨子粒逐漸充實而氮素濃度上升（表4），是否表示對氮素的需求較高，或光合成物質之供應不能配合，有待繼續研究。

有關落花生生育期間植株器官非構造性碳水化合物（TNC）濃度變化的報告甚少，本試驗因而進行詳細的 TNC 濃度分析，以探討光合成物的供需關係，及對落花生生育的可能影響。春作始花初

期葉片內TNC濃度高達20%以上（表5），應爲比葉重（SLW）升高的主要原因，顯示此一時期葉片光合作用旺盛，有充分的光合成物供植株生長之需，而且極高的 TNC 濃度不一定對光合作用產生抑制效果，Ono[10] 即曾報導，NAR與 SLW 之間有極顯著的正相關關係存在。春作落花生生育中後期之葉片 TNC 濃度低而穩定，秋作之濃度稍高，但變化幅度亦小，直至成熟期均無明顯變異，不易判明與生理活性間的關係。

春作兩品種莖部TNC濃度雖由初期之15%降低至成熟期之 6.6%（臺南選9號）與3.6%（Beni Bunch）（表5），但同一期間乾物重之增加則達8—10倍[2]，一方面顯示 TNC 與氮素相同，並無自莖部向子粒之再轉移，與 Duncan *etal.*[8] 的報告相同，另一方面顯示莖部爲維持生長與生理活性，有與子粒競爭 TNC 的可能。

與氮素濃度變化不同，春作根部 TNC 濃度在始花後第5週以後快速下降（表5），由於落花生根部固氮作用可消耗多至30%之淨光合產物[14]，對碳水化合物的需求量極高，在充實後期如不能獲得充份供應，可能影響氮素平衡；秋作生育期間根部 TNC 濃度的下降即不若春作明顯，而其子粒氮素濃度亦顯著較春作爲高，可能顯示兩者之間具有一定的關係。

秋作落花生自始花後7週以後，P_1與P_2子房柄內 TNC 濃度顯著下降，亦即較晚生的子房柄似不能獲得充份的碳水化合物供應，由於子房柄之繼續生長必須累積多量的 TNC（P_3 TNC 濃度爲25—30%，高於P_1與P_2之10%左右），可能因而阻礙生育，配合前述晚生之 P_1 與 P_2 子房柄的氮濃度亦低（表4），顯示光合成物質與氮素之供應以及不同成熟度莢果之間對養分的競爭作用等，均可能是造成落花生成熟莢果率偏低的原因。

本試驗臺南選9號與 Beni Bunch品種在春、秋兩作之單位面積莢果與子粒產量均相同，未顯示出大，小粒型品種間與期作間的產量差異，但在單株產量與許多農藝及生理性狀表現方面則有不同，就單株產量而言，以大粒型之Beni Bunch較高，而Beni Bunch品種之葉面積雖顯著超過臺南選9號，秋作却遠不及春作，除顯示春作營養器官與生殖器官間對養分的競爭作用可能較大外，並表示過高之葉面積指數不一定有利於產量，其間的關係又可能因品種及期作而有異，爲一值得繼續探討的問題。在兩型落花生品種間，均未發現大量氮素與 TNC 再轉移至充實中的子粒，唯大粒型品種營養器官中氮素濃度顯著高於小粒型品種，且生育中期以後濃度降低的幅度較大，種子中的氮素濃度亦較低，顯示兩型品種在氮素需求及利用效率方面有所不同。植株越早產生之子房柄的氮素與 TNC 濃度較越晚產生之子房柄爲高，可能暗示同一時間不同生育階段的子房柄間亦有明顯的養份競爭作用，因而降低後期發生子房柄形成成熟莢果的比率，亦即爲落花生生殖效率低落的一項原因。秋作植株營養器官TNC濃度較春作爲高，又以乾重佔全株乾重超過40%之莖桿而言，TNC 濃度以臺南選9號爲高，而且 Beni Bunch在生育中、後期之濃度降低也較爲明顯，顯示在光合成物質的供需平衡關係，小粒方面型品種的表現可能較優，與大粒型品種子粒充實度欠佳的關係如何，將繼續予以探討。

引用文獻

1.王慶裕、1985。不同日夜溫差對落花生生理性狀及其產量的影響。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。臺中市。

2.張富洲、劉大江。1987。大、小粒型落花生品種之生長特性比較。I 春作之農藝性狀與乾物質生產。中華農業研究36(1)：53—62。

3.陳墀成、黃明得。1982。新引進大粒型落花生品種比較試驗。雜糧簡報 23：52—54。

4.蔡秀隆。1986。落花生乾物質生產、分配與產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。臺中市。

5. Boote, K. J., J. W. Jones, G. H. Smerage, C. S. Barfield and R. D. Berger. 1980. Photosynthesis of peanut canopies as affected by leafspot and artificial defoliation. Agron. J. 72 : 247-252.

6. Branch, W. D. and J. E. Pallas, Jr. 1984. Heterosis of apparent photosynthesis rate in *Arachis hy*

pogaea L. Peanut Sci. 11 : 56-57.

7. Court, W. A., R. C. Coy and J. G. Handel. 1984. Effect of harvest date on agronomic and chemical characteristics of Ontario peanut. Can. J. Plant Sci. 64 : 521-528.
8. Duncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw and K. J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Sci. 18 : 1015-1020.
9. Jones, J. W., C. S. Barfield, K. J. Boote, G. H. Smerage and J. Mangold. 1982. Photosynthetic recovery of peanuts to defoliation at varions growth stages. Crop Sci. 22 : 741-746.
10. Ono, Y. 1982. Effects of leaf area index, specific leaf area, nitrogen in leaves and distribution ratio of dry matter to pod on net assimilation rate of peanut plants in the first half of fruiting state. Japan J. CropSci. 51 : 287-292.
11. Pallas, Jr., J. E. 1982. Photosynthetic traits or selected peanut genotypes. Peanut Sci. 9 : 14-17.
12. Pallas Jr., J. E. and Y. B. Samish. 1974. Photosynthetic responses of peanut. Crop Sci. 14 : 478-481.
13. Santos, R. B. and B. G. Sutton. 1982. Effect of defoliation on Virginia bunch peanuts at Camden, N. S. W. Aust. J. Agric. Res. 33 : 1037-1048.
14. Schubert, K. and G. Ryle. The energy requirements of nodulated legumes. *In* Advances in legume science (R. S. Summerfield and A. H. Bunting, eds.). P. 85. Royal Botanic Gardens, Kew, England.
15. Selamat, A. and F. P. Gardner. 1985a. Nitrogen partitioning and redistribution in nonnodulating peanut related to nitrogen stress. Agron. J. 77 : 859-862.
16. Selamat, A. and F. P. Gardner. 1985b. Growth, nitrogen uptake, and partitioning in nitrogen-fertilized nodulating and nonnodulating peanut. Agron. J. 77 : 862-867.
17. Sinclair, T. R. and C. T. de Wit. 1975. Photosynthate and nitrogen requirements for seed product ion by various crops. Science 189 : 555-567.
18. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wisc. Agri. Exp. Sa. Rep. 41, lip.
19. Tonn III, W. H. and R. W. Weaver. 1981. Seasonal nitrogen fixation and dry matter accumulation by peanuts. Agron. J. 73 : 525-528.
20. Wilkerson, G. G., J. W. Jones and S. L. Poe. 1984. Effect of defoliation on peanut plant growth. Crop Sci. 24 : 526-531.

Comparison on Growth Characters between Peanut Varieties Differing in Seed Size.

II. Changes in N and TNC Concentrations during Plant Development[1]

Fu-Chou Chang and Dah-Jiang Liu[2]

Summary

The small-seed Spanish variety Tainan S. 9 and large-seed Virginia variety Beni Bunch were grown in the spring and fall crop seasons. Samplings were made after initial blooming for determinations of leaf area, specific leaf weight and concentrations of total N and total nonstructural carbohydrates (TNC) in different plant organs. Experimental results showed no difference in pod and seed yields per ha between varieties or between crop seasons. Pod and grain yields per plant were higher for the large-seed Beni Bunch. Leaf area per plant was higher for Beni Bunch and the spring crop than for Tainan S. 9 and the fall crop, respectively. However, the effect of leaf area difference was not reflected on dry matter and grain yields, indicating the two types of varieties might have different optimal leaf area inde under field conditions. N concentrations in vegetative organs of Beni Bunch were consistently higher for Beni Bunch than for Tainan S. 9. Decreases in N concentrations during pod-filling was also significant for toe large-seed variety. These, along with low seed N concentration suggested that N requirement and utilization efficiency of Beni Bunch were different from those of Tainan S. 9. Early-developed pegs had higher N and TNC concentrations than the late-developed pegs, indicating possible competition of nutrients between pegs of different maturity degrees. The resulting low reproductive efficiency of peanut plants was therefore suggested. Stem TNC concentration was significantly higher for Tainan S. 9 than for Beni Bunch. Decrease in stem TNC was also significant higher for Beni Bunch during late podfilling. It was hence presumed that in terms of the balance between photosynthetic production and demand, the small-seed variety was superior to the large-seed variety. Although there was a tendency that concentrations of N and TNC decreased in vegetative organs with the advance of plant development, the amount of the two nutrients increased as a result of dry matter increase. This facts showed that there was no net redistribution of N and TNC to the developing grains. Pod wall possessed the function of temporary storage and the stored material could be retranslocated to meet the demand of the developing seeds.

---

1. Contribution No. 1370 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, research assistant and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36(4)357～366（1987）

金線連大量繁殖與栽培後之生育性狀、種間比較及營養成分研究[1]

劉新裕　蔡新聲　黃漢津　胡敏夫　葉常青[2]

摘要：金線連之無菌培殖體培養於含5ppm BA及0.3%活性碳之基本固體培養基上，可誘導8倍芽體之生成及根系之正常發展，金線連之無菌小芽於液體震盪培養後，亦能得到大量繁殖的結果。

金線連組織培養瓶苗於馴化、假植及擇健株定植於1100m之霧社地區，其成活率達90%以上。臺灣金線連在18個月之生長期中，平均每個月植株增高、增重及莖徑加粗之速率爲0.5cm、0.2g及 0.2mm。產量增加較大的三個生育期，即第10、12及18個月，應爲採收的較佳時期。生長15個月後，臺灣金線連比高雄金線連有較小的株高及節間距離，但其莖徑較粗且葉長、葉寬、葉重及葉面積較佔優勢，所以有較大的鮮重。

臺灣金線連之營養成分中除含水率達87%，尚含甚高量之脂質、維生素C 及礦物質。脂質及維生素C之含量遠高於一般之果蔬類食品。兩種金線連在 Ca、P、K、Na及Mg五種重要礦物元素之含量亦甚高，每100g中分別含有Ca 279mg、P 193mg、K 806mg、Na188mg及Mg 270mg。此外，尚含有Fe 51.7mg、Mn13.8mg、Zn 9.3mg及Cu 2.6mg。

金線連爲蘭科 (*Orchidaceae*) 金線連屬（*Anoectochilus* Blume) 多年生草本藥用植物，其絨布般葉片之主脈及側脈線條精緻美麗，且全草於民間傳說具有廣泛藥效，因而甚受重視。又由於山胞、愛蘭及藥界人士長期大量採摘結果，以及因山地之開發影響及生態系的改變等原因，使野生金線連之數量銳減，而國內及國外市場上之需求甚殷，且售價奇高，每公斤鮮重達數千元之鉅，故金線連利用組織培養繁殖法之探討以及摸擬原產地栽培技術之開發，已成爲最引人注目的精緻農業發展方向之一。

若無現代組織培養技術及適當培養基之配合，金線連實在不易以種子或營養器官進行大量繁殖[(6,7,10)]，因爲其種子甚小，只由未成熟的胚和數層種皮細胞構成，惟有在無菌狀況且供給充足養分下，種子才能發芽[(7)]；其他如以分根法或直接扦插方式繁殖，則需時甚長且繁殖倍率不高。有關其他農作物之加速大量繁殖技術，最早發端於 1922 年 Knudson 報導蘭花種子之無菌播種，以及1960年Morel利用莖頂培養法大量繁殖蘭花。1974年Murashige 對於微體繁殖技術有更大之貢獻。就藥用植物之大量繁殖而言，已成功的例子諸如柴胡（Hiraoka et al. 1983)、黃耆（Fujioka et al. 1983)、山藥（Forsyth and Staden 1982）、人參（Chang and Hsing 1979)及罌粟（Hodgeus and Rapopert 1982）等[(9)]。金線連組織培養方法之探討，爲本研究重點工作之一。

金線連屬之植物種類超過 35種，大致分佈於印度、喜馬拉雅山脈、東南亞各國、印尼、新喀里多尼亞以及夏威夷一帶[(12)]。本省自產有 4 種，其中文名稱及學名各爲1.臺灣金線連（*Anoectochilus*

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1371號。

2.本所農藝系副研究員、研究員、助理、助理、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

formosanus Hayata) 2.單囊開唇蘭(*A. inabai* Hayata) 3.高雄金線連(*A. koshunensis* Hayata)及4.二囊開唇蘭 (*A. lanceolatus* Lindl) [12,6]。當藥材使用之金線連，則主爲臺灣金線連，次爲高雄金線連[1,13,16]，此二種在植株外形上極爲相似，兩者主要的區別點在於花數之多少及唇瓣構造，臺灣金線連之花數較少而唇瓣爪部爲深梳狀，高雄金線連之花數較多，且唇瓣爪部非梳狀[12]。至於栽培後兩者有何差異現象，將爲本研究探討重點之二。

模擬原產地栽培技術之開發研究，爲栽培野生金線連或金線連組織培養大量繁殖苗之成敗關鍵，由組織培養技術利用無菌播種、扦插或壓條技術繁殖之多數瓶苗，須經一段時間之馴化、假植後再定植於適當之培養基質上。定植後栽培場所之環境因子如溫度、日光、水份及通風以及適時適量之施肥、除草及病蟲害防治等工作之配合，將影響金線連之生長、產量及品質甚大。臺灣金線連瓶苗在整個栽培過程中農藝性狀之表現，將爲本研究探討重點之三。

金線連全草皆可入藥，其味甘微苦、性平微寒，於民間利用爲消炎、解熱、止血、降壓、利尿、强心及滋養强壯劑，據稱藥效廣泛卓著[2,3,13,16]，本研究將試圖以其營養成份，尤其是維生素C與礦物元素含量以及彼此間之相互關係等觀點加以討論之。

材料與方法

1.試驗材料：臺灣金線連（A. *formosanus* Hayata）及高雄金線連（A. *koshunensis* Hayata）之野生植株及組織培養苗。

2.試驗方法：

金線連利用組織培養法大量繁殖：山野間採回之野生金線連，先取其莖頂培養，以建立無菌株，再將此無菌株切成各含一個莖節之培殖體，接種於表 1 之四種培養基中。每處理接種50個培殖體，在26±1°C之恆溫，及約 1,500 lux 光强度且每日16小時照光之環境下，培養兩個月之後，調查側芽形成的數目及植株生長的情形。金線連之液體震盪培養：將莖頂或莖節培養所衍生之小芽，先培養於含有3mg/l BA, 0.3mg/l NAA, 170mg/l NaH_2PO_4, 40mg/l Adenine sulfate及 3 % Sucrose之 $\frac{1}{2}$ MS 基本鹽類液體培養基中（pH＝5.2），以 100 rpm之速度及弱光下（500 lux）行震盪培養。液體震盪培養一個月後之小芽可接種於固體培養基上，固體培養基培養兩個月後，金線連瓶苗即可進行假植及定植於適當培養基質上。組織培養瓶苗之馴化、假植與定植：金線連組織培養瓶苗應先置於栽培地點 3 ～ 7 天，使其逐漸適應當地之溫濕度與光線後，再謹愼取出瓶苗，經消毒殺菌後之幼苗先假植於育苗箱內，育苗箱內之介質材料以珍珠石、蛇木屑及蛭石爲主，再摻以少量之腐葉土。經 1 ～ 2 個月後選取健株移植於定植圃內，行株距爲 10×10cm，種植後立即澆水以增加或確保成活率。供作種植金線連之定植圃介質材料有 4 種，其種類與比例大約爲腐葉土30～40%、蛇木屑30%、燻稻殼20～30%、珍珠石加蛭石約10%[15]。金線連之栽培管理：較適宜栽培金線連之環境溫度爲 20～25°C，而其生長所需之光量約爲正常日光量之 $\frac{1}{3}$，最忌夏秋中午左右之直射强光，故應於栽培場上架設遮光網，一般可利用60～70%遮光網高架舖設兩層，如此除遮光外，也利於通風，不良通風之栽培場所須以人工方法强制送風，如此將能促進金線連之呼吸及蒸散作用，有利於根部之吸收水分與養分，並加强新陳代謝之進行。金線連需水而不宜積水，澆水之水量和次數，須視金線連本身發育狀況和生長環境而定。施肥種類則應以遲效性有機肥料爲主，如以黃豆餅經醱酵後之稀釋液施用之效果較佳，若能配合葉面施肥更佳。金線連栽培圃上不應有雜草生存，應儘速拔除。金線連病蟲害形成之因，大抵由於高溫、多濕、不良通風及受光與栽培場不淸潔所致，均應設法克服病因並以適當藥劑防治[15]。試驗進行中分別於金線連生育時期第 3 、 6 、10、12、14及18個月調查比較臺灣金線連之生育特性，調查項目有全株株高及鮮重、葉數、葉重、葉長、葉寬及葉面積、莖徑及節數、根長及根數等。並於生育第15個月時比較臺灣與高雄兩種金線連之性狀差異，調查項目同上。調查株數爲每處理隨機取樣10株，共 4 重複，並以平均值表之。分析項目中水份以普通常壓乾燥法定量之；蛋白質以Kjeldahl 法測得之

Total nitrogen 值乘係數6.25而得；脂肪是利用 Soxhlet 裝備以石油醚萃取求得之粗脂肪值表示；纖維素測定則利用 1.25%H_2SO_4, 1.25%NaOH及95%酒精，經煮沸、迴流及過濾後，再去除灰份求得。灰分測定時溫度爲550°C。礦物質含量測定乃樣品於灰化後，以 3N HCl 溶解並定量至 50ml其中Na、K含量測定以Corning Co. 之Flame photometer 400型儀器測定；Ca、Fe、Mg、Mn、Cu、Zn含量以 Varian Techton Atomic Absorption Spectrophotometer Type AA-5型測定；P含量則以 Phosphovanadomolybdate method 定量之[17]；維生素C則利用 Dichloroindophenol 滴定法定量。分析過程中每處理隨機取樣2～4g，三重複，再以平均值表示之。

結　果

以莖頂培養建立之無菌株，分切成各含一個莖節之培殖體，接種於四種培養基中培養，兩個月後之結果如表1所示：含有5ppm BA 之培養基可誘導最多之側芽，其繁殖倍率最高可達8.5倍。0.3%活性碳對芽體產生之數量將有抑制作用，但對芽之生長則有促進效果，此在3ppm BA 之培養基上亦有類似之結果。四種培養基對於根的形成及生長發育在外觀上差異不大。若同時考慮芽數之生成及其生長狀況，四種培養基中應以含有5ppm BA及0.3%活性碳之培養基最佳（表1）。

Table 1. Effect of BA and charcoal concentrations on the in vitro growth of node segments of pearl orchid (*A. formosanus*)*

Concentration of		Number of Branch	Growth Condition**	
BA (mg/l)	Charcoal (%)		Shoot	Root
3	0.3	6.7 c ***	+++	++
3	0	7.4 ab	++	++
5	0.3	7.2 bc	+++	++
5	0	8.5 a	++	++

*Basal medium was 1/2 MS basic salts with 0.3mg/l NAA, 170mg/l NaH_2PO_4, 40mg/l adenine sulfate, 0.8% phytagar and 3% sucrose. Culture duration was 2 months.

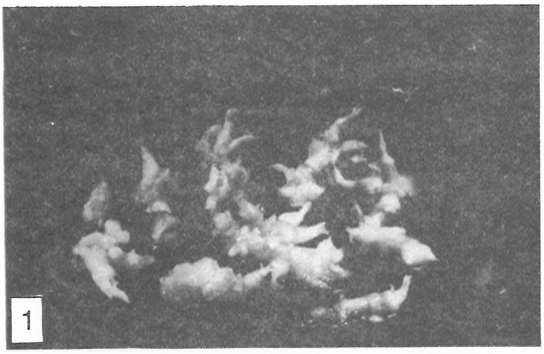
**More "+" represents better growth condition.

***Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

將莖頂或莖節扦插及壓條衍生之小芽，以含有 BA、NAA、NaH_2PO_4、Adenine sulfate 及 Sucrose之$\frac{1}{2}$ 基本鹽類液體培養基中行震盪培養，亦可收芽體大量繁殖的效果，其繁殖倍率將不低於固體培養基。液體震盪培養一個月後之小芽（圖1）經移到固體培養基後，其衍生側芽之速度及數量均較固體培養來源者爲佳，此外尙有根毛之產生較多且植株之生長勢亦較旺盛等特色（圖2），這些具正常根系之健康瓶苗，約經2個月生長後（圖3），即可移到適宜之環境及栽培基質中假植及定植，其成活率可高達95%以上（圖4）。

金線連組織培養瓶苗於馴化、假植兩個月後，栽培於海拔 1100m 之霧社地區，當地溫、濕度適宜且通風良好，應爲金線連組織培養苗定植的適宜地點，再加上管理得宜，如遮光60—70%，適時適量地施肥、除草及病蟲害防治等，金線連之生長發育甚佳，一年半後之成活率仍高達90%以上。比較

臺灣金線連組織培養苗不同生長時期各性狀之差異如表 2 所示，在平均株高方面，栽培第六個月（即定植後 4 個月）的金線連與第三個月間的差異不大，但與第十個月大的比較則呈顯著差異，後者植株增高達174%，這四個月爲金線連伸長快速的一個時期，平均每個月增長 0.8cm ；第十、十二及及十四個月的金線連雖亦逐漸增高，但差異不顯著，平均每個月只增長0.2至0.3cm ；第18個月的株高與第14個月的相差不大，但顯著地較高於其他各期。在平均株重方面， 六個生長調查期中依顯著性差異分析結果出現三組顯著差異期，此即第十個月與第六或第三個月的爲一組，第十二個月與第十個月的爲另一組，以及第18個月與第14個月或第12個月的爲第三組，每組間之增重比率依序爲197%、167%及162% 。 在莖徑方面亦出現兩組顯著差異時期，第六個月的莖徑與第三個月的無差異但與第十個月的呈顯著差異現象，約增大 159%，第14與第10及12個月的差異不顯著，但與第18個月大的莖徑比較則差異顯著，後者約增大 136%。其他兩項性狀如葉長及根長之變化，大抵隨生長期之延長而呈現顯著差異現象。由表 2 可知，18個月大的金線連在全株形態上有較高、較重及較粗大的特點，而12個月大金線連之鮮重在差異分析上只低於第18個月的。



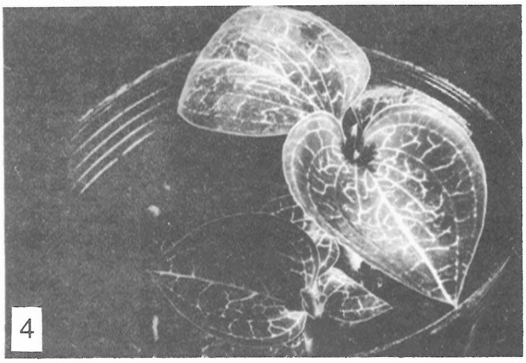


Fig. 1. Multiple shoots produced from lateral bud cultured in liquid medium shaking at 100rpm for one month.

Fig. 2. Plants with complete root system produced from multiple shoots transferred from liquid to solid medium.

Fig. 3. Health plants from culturing multiple shoots in solid medium for two months.

Fig. 4. *A. formosanus* plants grown in peat moss one month after transferring out from the test tube.

Table 2. Some growth characteristics and yield of *A. formosanus* plants after various durations of cultivation.

Culture duration (month)	Plant height (cm)	Fresh weight (g/plant)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Root length (cm)	Estimated yield (kg/ha)
3	3.99 c*	0.39 d	1.39 c	0.95 e	0.51 e	351 d
6	4.31 c	0.64 d	1.55 c	1.18 e	1.20 d	576 d
10	7.51 b	1.26 c	2.47 b	1.92 d	3.57 c	1,134 c
12	8.03 b	2.10 b	2.63 b	2.55 c	4.02 b	1,890 b
14	8.44 ab	2.29 b	2.74 b	2.85 b	4.32 b	2,061 b
18	9.54 a	3.70 a	3.74 a	3.89 a	6.77 a	3,330 a

*Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

於圖5中金線連之莖節數在6個調查期中，經顯著性差異分析結果可分成兩組，即第六與第三個月的爲一組，而第10至第18個月的爲另一組，兩組間呈現顯著性差異。在平均葉數方面，最大的差異期存在於第6與10個月之間，除此之外，葉數變化的差異不大。就根數而言，除第18個月大的金線連平均每株根數較多外，其他各期的差異不大。

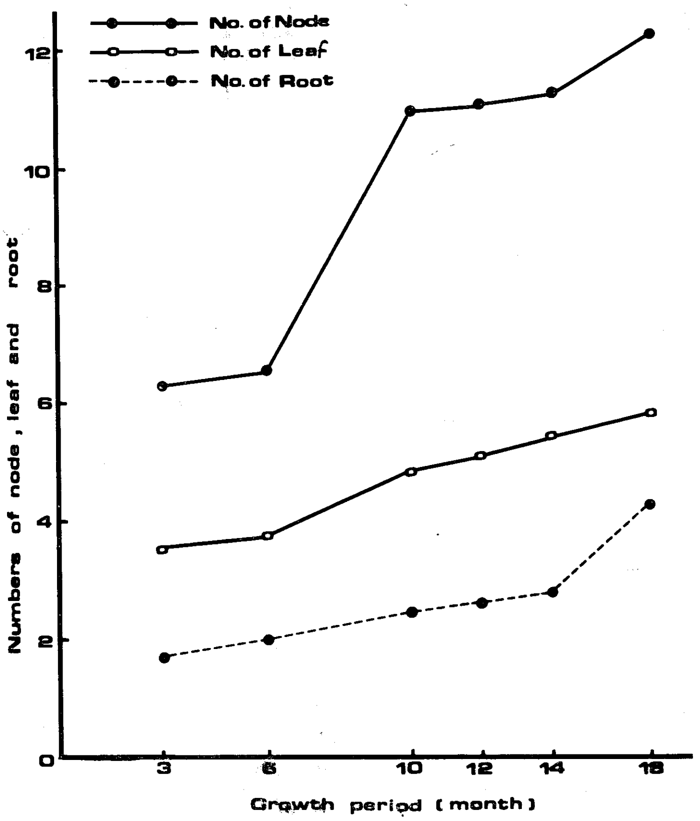


Fig. 5. Numbers of node, leaf and root of *A. formosanus* after 18 months of cultivation in Wusheo area.

由於成活率高達 90%，若以現行栽植之行株距（10×10cm）估算不同生長期金線連產量之差異，則六個調查階段（3、6、10、12、14及18個月）之平均公頃產量及百分比各爲351kg（100%）、576kg（164%）、1,134kg（323%）、1,890kg（538%）、2,061kg（587%）及 3,330kg（949%）產量增加最大的三個階段爲第 6 與第10月之間，第10與第12月之間及第14與第18月之間，分別增加達159%，215%及 362%，故金線連較佳採收時期之決定，似與其栽培時間成正比關係，至少亦應栽培到第十個月再採收較宜。探討產量與各性狀間之相關關係知，影響產量最大的性狀爲平均株重，其次爲葉長、葉寬及莖徑等，其中葉長與寬之比約爲1.25。

比較栽培15個月之臺灣金線連與高雄金線連之農藝性狀差異可知，兩者在全株株高、鮮重、葉長、葉寬、莖徑及根數上呈現顯著差異。高雄金線連之植株較高，且有較多的葉數及根數，而臺灣金線連在莖徑、葉長及葉寬上較佔優勢所以有較大的鮮重（表 3）。金線連成株之葉片約有 7 枚，由上往下之葉序中第一葉由於剛形成不久，所以其葉面積及葉重與完全展開的第二葉比較，差異甚大，第一葉之葉面積僅爲第二葉之65%，葉重則只爲67%。由第三片葉起，葉面積與葉重即逐漸減小，有些植株自第 4 片葉起即已脫落，臺灣金線連之葉面積及葉重均大於高雄金線連，尤其第二片葉之葉面積，前者約爲後者之1.4倍，葉重爲後者之1.6倍（表 4）。

金線連之營養成份除水分含量爲 87%外，其主要爲脂質2.7%，蛋白質2.2%及醣類6.4%，其他的則爲灰份1.0%及粗纖維0.7%。此外，金線連尚含甚高之維生素C含量，每100g乾重中含有125mg

Table 3. Comparison on 9 growth characters between plants of *A. formosanus* and *A. Koshunensis* after 15 months of cultivation.

Species	Plant height (cm)	Fresh weight (g)	Leaf			Node No.	Stem diameter (mm)	Root	
			No.	length (cm)	width (cm)			length (cm)	No.
A. formosanus	8.36 b*	2.39 a	6.05 b	4.03 a	2.99 a	11.30 a	3.71 a	6.08 a	3.0 b
A. koshunensis	11.61 a	1.96 b	6.25 a	3.15 b	2.27 b	11.45 a	3.01 b	7.27 a	4.5 a

*Means followed by the same letter within columns are not significantly different ($P \leqq 0.05$), using Duncan's New Multiple Range Test.

Table 4. Comparison on leaf area and fresh weight between plants of *A. formosanus* and *A. Koshunensis* after 12 months of cultivation

Item	Species	Leaf Number*							Mean
		1	2	3	4	5	6	7	
Leaf area (cm^2)	*A. formosanus*	4.27 a**	6.78 a	5.62 a	3.21 a	3.07 a	1.36 a	0.76 a	3.44
	A. koshunensis	3.28 a	4.87 b	4.03 b	3.39 a	2.27 a	1.27 a	0.73 a	2.87
	Mean	3.78	5.83	4.83	3.30	2.17	1.32	0.75	3.14
Leaf weight	*A. formosanus*	0.15 a	0.25 a	0.21 a	0.09 a	0.07 a	0.04 a	0.02 a	0.12
	A. koshunensis	0.12	0.16 a	0.13 b	0.09 a	0.06 a	0.03 a	0.02 a	0.09
	Mean	0.14	0.21	0.17	0.09	0.07	0.04	0.02	0.11

*Leaf numbers were counted from top to bottom.

**Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

。根據F. A. O. 之提倡及美國農務部發表的遠東食物成份表所採用之係數估算，（如蛋白質 2.74、脂質8.37及葡萄糖等醣類4.03），金線連爲低熱量藥用植物之一，每100g乾重之熱量爲 54 卡。比較臺灣金線連與高雄金線連根莖葉三部份內含之礦物元素量，由表 5 可知，臺灣金線連之根在大多數礦物元素含量上比其莖與葉之量高出甚多，如Zn、Mg、Mg、Fe、Mn、Cu、P及Na 等 7 種之含量均甚高，只K的含量較低。高雄金線連根之礦物質含量亦有相同之趨勢，只是除 K含量特別低外，Mg 及Na之含量則介於莖與葉之間。兩種金線連葉之礦物元素含量比較，臺灣金線連在K、Mn、Cu三項較佔優勢，而其他五項如Zn、Mg、Fe、P及Na則低於高雄金線連。在兩者莖之礦物元素含量中，臺灣金線連在Zn、Fe、K及Cu上佔優勢，高雄金線連之莖在Mg、P及Na三項上含量略多（表 5）。臺灣

Table 5. Comparison on the concentrations (mg/100g d. w.) of some essential elements in different plant parts between *A. formosanus* and *A. koshunensis* plants after 12 months of cultivation.

Species	Part	Zn	Mg	Fe	K	Mn	Cu	P	Na
A. formosanus	Root	45.3 a*	251.7 a	119.1 b	315.4 c	15.9 b	17.6 a	840.6 a	1,468.1 a
	Stem	6.0 c	71.4 b	20.5 d	345.5 c	3.4 d	1.9 c	45.0 c	541.2 d
	Leaf	5.9 c	54.9 b	13.2 e	619.8 a	10.3 c	1.8 c	40.1 c	1,166.5 b
A. koshunensis	Root	34.4 b	65.8 b	166.0 a	157.9 e	28.8 a	13.7 b	578.9 b	809.7 c
	Stem	3.8 c	72.2 b	14.9 e	241.8 d	3.4 d	1.3 c	56.4 c	566.9 d
	Leaf	6.2 c	62.9 b	33.9 c	564.4 b	8.1 c	1.4 c	49.2 c	1,439.7 a

*Means followed by the same letter within columns are not significantly different ($P \leqq 0.05$) using Duncan's New Multiple Range Test.

Table 6. Comparison on the concentrations (mg/100 g. d. w.) of some essential elements between plants of *A. formosanus* (culture and wild types) and *A. koshunensis* after 12 months of cultivation

Species	Mg	Mn	K	Na	Cu	Fe	Zn	P	Ca
A. formosanus (culture type)	252.1 a*	16.1 b	639.6 b	205.7 a	3.2 a	53.4 b	10.7 b	162.6 c	192.4 c
A. koshunensis (culture type)	288.7 a	11.4 b	972.3 a	171.0 a	2.0 a	49.9 b	7.9 b	223.9 b	365.8 b
A. formosanus (wild type)	274.0 a	33.7 a	1,039.2 a	172.8 a	2.4 a	76.3 a	26.5 a	485.3 a	441.9 a

*Means followed by the same letter within columns are not significantly different ($P \leqq 0.5$), using Duncan's New Multiple Range Test.

金線連與高雄金線連栽培植株中有五種重要礦物元素之含量甚高，每100g中之Mg、K、Na、P及 Ca平均含量分別爲270、806、188、193及279mg，Fe量亦佔有51.7mg，其他如Mn、Zn及Cu 三項則分別有 13.8、9.3及 2.6mg；野生之臺灣金線連成株在Mg、Mn、K、Fe、Zn、P及Ca 上含量超越兩種栽培種金線連甚多，只在Na及Cu量上略低（表 6）。

討　論

利用生長點、莖頂、芽體、葉柄、葉片、節、走莖或氣根等器官及適宜的培養基，進行固體或液體大量繁殖高經濟價值之藥用植物或其他營養繁殖之作物，是組織培養技術被應用最爲成功的例子之一，以天南星科多年生草本植物半夏（*Pinellia ternata* Breitenbach）爲例[9]，可利用來培養繁殖的部位有珠芽、種子、葉柄、葉片及根尖等器官，但以珠芽之繁殖結果最佳，根尖及葉柄次之，而以葉片的結果最差。由珠芽經液體及固體交互培養後，每一珠芽於40天內可得 1,000個培殖體，依此估計培養繁殖一年將可得 2×10^{27} 株幼苗，這是目前已知的最高繁殖培率。其他許多高貴藥材如人參、柴胡、黃耆、山葯及罌粟等亦能藉由組織培養技術於短時間內獲得大量植株。另外，從細胞懸浮培養中往往能得到令人滿意的二次代謝產物，這些將是製藥工業極待開發研究的重要方向之一[9]。繁殖倍率的多少，已不再是組織培養應用上的難題，主要的問題將存在於瓶苗移植後成活率的能否提高，如此對於組織培養瓶苗之健化、馴化及溫度、光度、濕度、栽培基質及其他培養管理工作，必須加强研究以期適度配合[6,7,5]。金線連目前的繁殖倍率可達8.5倍，其瓶苗於馴化後最主要的栽培關鍵將在於如何愼選栽培基質，使其保水及通氣性維持適當。環境因子中以溫度最爲重要，且以20～25°C較宜，過低則植株生長緩慢，過高則易致病害，其他如應該遮光以避免强光直射以及維持通風、多施有機肥料及適時進行病蟲害防治等。[5,14,15]

臺灣金線連與高雄金線連兩種爲金線連屬（*Anoectochilus*）植物中供作組織培養最重要的材料來源。兩者在外形上極爲相似，最主要的區別點在於臺灣金線連之唇瓣爪部爲深梳狀而高雄金線連無此細絲構造。比較兩者開花的難易程度，臺灣金線連並無特別現象，而高雄金線連在霧社地區不易開花，恰與高屏地區相反，是否由於溫度或其他環境因子之影響，有待進一步之探討。此外，比較栽培一年左右兩者其他農藝性狀之差異可知，臺灣金線連比高雄金線連之根數較少、根長略短及莖節間較小，不過由於其莖徑較粗大，以及葉長、葉寬、葉面積及葉重較佔優勢，故顯得全株鮮重較大，只不過在株高上比高雄金線連顯著較矮。

人體能直接利用的六大營養素中，臺灣金線連除含水率特別高外，其他三方面如脂質、維生素C及礦物質的含量亦甚高。其脂質含量達 2.7%，遠高於一般果蔬類之脂質含量[11]，這將能充分供應體內能量的來源。臺灣金線連每100g中含維生素C 125mg，這是所有植物性常用食品中除了油柑、蕃石榴及文旦外之甚高含量[11]，有了高量之維生素C，將能促進礦物元素之吸收、荷爾蒙之分泌及牙齒、骨骼之生長，並能加速傷口之癒合及增强免疫系統以減少感冒和疾病感染，並藉以維持齒齦、皮膚和血管之正常作用[8]。礦物質是人體內極爲重要的無機物質，其在人體內之需要量雖少，但對各種生理代謝之正常運作影響甚大[4,18]，如Ca 能促進骨骼及牙齒之發育並與血液凝固、肌肉收縮及神經傳導有關；P 則與骨骼及牙齒之形成，細胞之成長與修護、肌肉之收縮、腎功能及神經與肌肉之活性有關；Fe能增進氧之運送並和酵素之活性有關；Na能調節細胞液之pH 值及促進肌肉之正常收縮；K亦能調節體液之 pH值並與神經之功能有關；Zn 與某些內分泌之產生及酵素之功能、傷口癒合、生殖器官之生長與發育及男性荷爾蒙有關；Cu與酵素之功能和血紅素之產生有關；Mg 與酵素活性及蛋白質的產生有關；Mn 則能維持正常生長並促進脂肪之代謝和酵素之活性[8]。兩種金線連在 Ca、P、Na、K及Mg五種礦物元素之平均含量甚高，每100g中最低的 Na 量達 188mg，最高的K 量則達806mg，其他依次爲Ca 279mg, Mg 270mg及P 193mg，含量較低的Fe亦有51.7mg、Mn 13.8mg、Zn 9.3mg及Cu 2.6mg，這些含量與行政院衛生署建議之礦物元素每日攝取量有不少超出甚多者如Mg, Fe, Mn等，而各種元素間由於含量充裕更將有助於彼此間之吸收與利用，如Ca與P能促進Zn和 Mg 之吸收，Fe與Zn 能促進 Cu 之吸收等[8] 金線連全草皆可入藥，於民間使用時據稱藥效卓著，可主治肺病、遺精、遺漏、高血壓、蛇傷、腎虧、肝與脾諸疾及小兒發育不良等[3,13,16]，這些主治項目目前仍缺乏實驗證據之支持，此是否與金線連含量甚高之脂質、維生素C，多種礦物元素及其他未測項目如維生素B羣等有關，尚待進一步試驗之證實。

誌　謝

本研究之完成，承蒙農林廳補助部分經費及霧社前仁愛高農教師劉柏煙先生熱心照顧金線連栽培圃，分析工作則承蒙本所劉慧瑛、蕭柊瓊及曾玲華三位小姐之鼎力協助，作者等謹申無限謝忱。

引用文獻

1. 方彥・1986・開創精緻農業中看金線連企業化栽培・興農198：62—65。
2. 甘偉松・1970・蘭花的醫藥效用・中國醫學院勵進雜誌８：15。
3. 甘偉松、程兆熊、張清標・1983・金線連之藥用植物學考察・行政院衛生署中醫藥年報３：268—275。
4. 安本敎傳・1983・食品のミネラルー特に必須微量元素の營養有效性について 食品加工技術３：46—55。
5. 林俊義・1986・金線連之繁殖與推廣・農友37：14—17。
6. 周惠慈・1983・臺灣金線連組織培養繁殖一無性繁殖法之探討・中興理工學報20：97—111。
7. 周惠慈、謝萬權、張其善・1982・臺灣金線連組織培養繁殖法・中興理工學報19：155—166。
8. 益富保健營養食品諮詢顧問中心・1986・您知道各種維生素、礦物質對人體的作用嗎？維生素 、礦物質功能一覽表。
9. 高宗桂・1986・半夏組織培養之研究、中國醫藥學院藥學研究所碩士論文・・８—51。
10. 陳雪貞・1986・臺灣金線連之微體繁殖、科學農業34：105—107。
11. 董大成、黃伯超、李鴻基、陳熙林・1961・臺灣產常用食品之營養成份、臺灣醫學會雜誌60：973—1005。
12. 臺灣植物誌・1978・Anoectochilus Blume 開唇蘭（金線連）屬。臺灣植物誌５：874—879。
13. 蔡東纂・1986・名貴的藥用植物一金線連栽培談、興農196：83—84。
14. 劉連勝・1973・臺灣珍貴的藥用植物金線連・豐年23：47。
15. 劉新裕、蔡新聲、徐原田、劉柏煙・1987・金線連之繁殖與栽培技術、科學農業35：125—129。
16. 謝文全、李銘生・1983・會徽植物一金線連、臺中市藥用植物研究會會刊１：３—５。
17. M. L. Jackson. 1962. Soil chemical analysis 3rd ed. Prentice-Hall Inc. 151-154.
18. W. Mertz. 1981. The essential trace elements. Science 213：1332-1338.

Comparison on Growth Characteristics and Nutrient Composition between Plants of *Anoectochilus* Species from Mass Vegetative Propagation by Tissue Culture Techniques[1]

S. Y. Liu, H. S. Tsay, H. C. Huang, M. F. Hu and C. C. Yeh[2]

Summary

Shoot tips of pearl orchid (*Anoectochilus* sp.) plants were cultured in vitro and node segments of the derived plants were subcultured in either liquid or solid medium aimed to develop a method of mass propagation of this rare medicinal herb. Results showed a multiplication rate of 8.5 times with excellent rooting when explants were cultured in either liquid or solid medium containing MS basal salts with 5mg/l of 6-benzyladenine and 0.3% of charcoal.

The derived plants were transplanted and cultivated in Wusheo area at an elevation of 1,100m. Survival rate was as high as 90% after 18 months of cultivation. The average monthly increasing amounts of plant height, fresh weight and stem diameter were 0.5cm, 0.2g and 0.2mm, respectively. Suitable stages of harvest were 10, 12 and 18 months after transplanting based on the result of increasing rate of growth parameters.

Comparison on some growth characteristics between *A. formosanus* and *A. koshunensis* after 15 months of cultivation revealed that the former species was inferior in plant height and internode length, but superior in length, width, area and fresh weight of leaves and in stem diameter to the latter. *A. formosanus* was also heavier in total fresh weight and hence was more productive commercially.

Analysis of chemical components of the two species showed that *A. formosanus* was higher in the contents of moisture, fat, vitamin C and mineral elements than *A. koshunensis*. The amounts of fat and vitamin C in orchid pearl exceeded those of fruits and vegetables. Contents of mineral elements per 100g dry weight for both species were 279mg Ca, 193mg P, 806mg K, 188mg Na and 270mg Mg. Contents of other trace elements were 51.7mg Fe, 13.8mg Mn, 9.3mg Zn and 2.6mg Cu.

---

1. Contribution No. 1371 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Agronomist, Senior agronomist, Assistant, Assistant and Assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36(4)：367～371（1987）

不同時期雪柑胚發育之調查[1]

黃 阿 賢[2]

摘要：爲了解多胚柑桔之珠心胚與有性胚發育的情況，以提高雜交育種的效率，以雪柑爲母本，分別與枳殼、晚侖夏橙（Valencia）鳳梨橙（Pineapple）雜交。於授粉後 80、100、120及140天採收果實，於解剖顯微鏡下調查胚數；以枳殼授粉者並播種於 MS 培養基，以探討有性胚苗的獲得率。結果顯示，在調查的過程中，所增加的胚數甚少，尤其是晚侖夏橙與枳殼授粉者，且 Stage I 之小胚在授粉後第80至第100天明顯減少，顯示大部份的胚應同時發育，早期胚培養以取得有性胚的方法，在本試驗之什交組合中並不適用。以枳殼援粉者，什交苗的獲得率，隨種子之成熟而增加，因此以胚培養提高什交苗之獲得機會，應以種子即將成熟時較爲容易。

甜橙類爲多胚的柑桔，每粒種子中均有許多的胚，其中大部份都只有一個有性胚（sexual embryo），由受精卵發育而來，其餘爲珠心胚（nucellar embryo），由珠心組織中的原始細胞（Primordium cell）發育，此種大核、濃細胞質的原始細胞只存在多胚的品種中[10]。據翁氏之調查[2]，成熟的種子中雪柑的平均胚數爲4.74，而溫州蜜柑與桔橙類（Tangelo）之平均胚數有多達40至50個的品種[12]。

由於種皮的存在與有限的胚乳，衆多胚之發育所需的空間、養份均受到限制，因此多胚的品種，大多數的胚無法發育成熟。Watanabe 等[61]以放射線追踪的結果，認爲一個種子中應以第三及第四大胚爲有性胚的機會最高，而採用傳統的播種方式，每粒種子所能萌發的幼苗多爲 1 至 2 株，因而許多的有性胚不易成活[1,3,5]，在雜交育種上爲一大困擾。Rangan 等[13]發現酸橙授粉後120天，有性胚已達早期心臟形時，珠心胚尚未形成，因此有性胚發育較珠心胚早或胚珠發育初期，珠心胚數少時，培養此時的胚，將可得到高比率的雜交後代。

本試驗以晚侖夏、鳳梨橙及枳殼授粉於雪柑，探討不同時期之珠心胚與有性胚發育的情形。

材料與方法

一、雜交授粉　1984年三月，晚侖夏橙、鳳梨橙之花粉採自臺灣省農試所嘉義分所，枳殼花粉採自臺灣省農試所關西柑桔工作站。選擇即將開放的花朶，摘回實驗室，取下花藥，置於乾燥器內使其開裂，再授粉於苗栗大湖十餘年生之雪柑，並套以臘紙袋。一個月後，着果者掛上塑膠牌。

二、胚數調查　授粉後80天起，每隔20天，採取果實，共五次（如表1.），每次均隨機取樣，採收後置於冰箱之冷藏室，儘速調查完畢。種子取出後於解剖顯微鏡（Nikon, SMZ-1）下依胚之形狀，大小記錄其發育情形，分爲五個階段[81]：

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1372 號。本研究承行政院農委會之經費補助。

2.本所嘉義農試分所園藝系助理。臺灣省　嘉義市。

Stage I 球形胚 (Globular-shaped embryo)
Stage II 早期心臟形胚 (Early heart-shaped embryo)
Stage III 中期心臟形胚 (Middle heart-shaped embryo)
Stage IV 晚期心臟形胚 (Late heart-shaped embryo)
Stage V 魚雷期胚 (Torpedo-shaped embryo)

三、有性胚之發育調查 以枳殼授粉的雪柑，除計算胚數外，並置於 MS 基本培養基[11] 中培養，添加 Difco Bactoagar 7.5g/l, Sucrose 20g/l 。每粒種子依胚數之多寡分置二至四支試管，大小相近之胚，置於同一支試管以便移植。但10月15日採取者，胚已充滿種子中，爲避免傷及胚，剝除內、外種皮後，每粒種子分別播種於同一試管中，不計算胚數。培養環境 27°C ，每天光照16小時，光照强度 1500lux 。每隔一個月換一次培養基，待本葉長出後，以三出葉之有無判定爲有性胚苗或珠心胚苗。調查至1985年四月。

結果與討論

所採取的果實與種子數如表 1 ，胚數與胚發育的程度如表 2 。

表1. 不同時期所採取之果實數與種子數

Table 1. Number of fruits and seeds harvested

採收日期 Date of harvest	6月19日 June 19		7月9日 July 9			7月29日 July 29			8月18日 Aug. 18			9月7日 Sept. 7	10月15日 Oct. 15
授粉後日數 DAP[1]	80		100			120			140			160	198
花粉親[2] Pollen parent	V	P	V	P	T	V	P	T	V	P	T	T	T
果實數 No. of fruits	5	4	5	3	5	3	3	4	4	4	4	4	1
平均種子數 No. of seeds per fruit	18.4	13.5	14.6	14.3	9.0	16.0	14.7	8.0	11.8	12.8	2.5	5.5	9.0

1) DAP: days after pollination.
2) V: Valencia, P : Pineapple, T: Trifoliate.

表2. 不同時期雪柑雜交種子之平均胚數

Table 2. Average number of embryos of hybrid Shueh-ken seeds at different growing stage

花粉親 Pollen parent	晚倫夏橙 Valencia				鳳梨橙 Pineappl3				枳殼 Trifoliate		
DAP[1]	80	100	120	140	80	100	120	140	100	120	140
Stage I	6.8	2.0	0	0	6.9	0.5	0.8	0	2.8	0.8	0
Stage II	1.6	4.2	2.7	1.6	1.5	5.9	5.4	2.7	2.3	1.4	1.4
Stage III	0.1	0.5	0.6	0.2	0.2	1.5	0.6	0.5	1.0	0.6	1.4
Stage IV	0.1	0.9	0.8	0.9	0.1	1.6	1.1	1.5	0.5	0.9	0.9
Stage V	0	0.7	5.7	7.3	0.1	2.1	6.2	8.3	1.6	4.4	5.5
總計 Total	8.8	8.3	9.8	10.0	8.8	11.6	14.1	13.0	8.2	8.1	9.2

1) DAP授粉後日數。DAP: days after pollination.

授粉80天後，以晚侖夏、鳳梨橙授粉者，平均胚數分別爲8.6與8.8，枳殼授粉者100天爲8.2，甚爲接近，絕大部份爲 Stage I 之小胚，此後 Stage I 之小胚逐漸減少至0，減少最明顯的時期爲授粉後 80至100天，大胚則逐漸增加。但從小胚並不增加及胚數易受植株間、着果方位、調查年代及營養的影響[7,12,14] 等情況判斷，胚數應不受到花粉親的影響，且絕大部份珠心胚的形成 (nucellar embryogenesis) 應同時產生。 Furusato[6] 亦認爲花粉親並不影響胚數。本試驗結果，無論那一時期所調查者，其胚數均較前人[2] 所調查之4.74高出甚多，其差異除前述環境因子的影響外，部份小胚在種子完全成熟時受到大胚的擠壓變形，而不易辨認。因此不同的調查方法與時期，將可影響其結果。

據 Yang 之切片觀察[17]，夏橙 (Natsudaidai) 與溫州蜜柑之受精卵與珠心細胞均在授粉後50天才開始分裂。Esen 等[4] 發現絕大部份椪柑的珠心胚在授粉後47天，仍爲一個細胞，此後受精卵與珠心細胞 (nucellar cell) 的發育速度大致相同。但多胚的酸橙，在授粉後100天至120天，受精胚已成長至早期心臟形時，尚無珠心胚的產生，培養此種胚，即可得到雜交苗[13] 。本調查結果，在授粉後80天，大部份的胚仍屬球形胚（表2）直徑約爲 0.1mm 左右，均在珠孔附近，無法辨別何者爲有性胚，且此種小胚培養的成活率低[8] ，而種子發育的過程中，胚數相差不大（表2）。因此爲得到有性胚苗而採用胚培養，應在胚發育較成熟時，較爲容易。

不同時期有性胚萌發的情形如表3，其中8月18日採收者並無受精胚苗的產生，可能種子數少，（4個果實僅10個種子），較易產生誤差。其餘7月29日、9月7日、10月15日之有性胚萌發率分別爲27.6%、38.9%、45.5%，隨胚之逐漸成熟而增加。 Horiuchi[8] 以 MS 培養基或添加胡瓜汁 (cucumber juice) 培養溫州蜜柑與枳殼之什交種子，有性苗絕大部份來自較大的胚，然亦有小部份爲小胚所成長者。較早採收者（7月29日），因小胚不易培養成活，因而有性胚的萌發率較低。由有性胚萌發率的逐漸增加顯示，部份的有性胚在發育的早期即受到珠心胚的排擠而發育受到阻礙，早期競爭力强者，後期則不易受到珠心胚的影響。

表3. 不同時期有性胚之萌發率[1)]

Table 3. Percentage of zygotic seedlings germinated from Shueh-ken seeds crossed by trifoliate orange at differengt growing stage[1)]

授粉後日數 DAP[2)]	果實數 No. of fruits	培養之種子數[3)] No. of seeds cultuerd[3)]	平均胚數 Avg. No. fo embryos	什交苗數 No. of zygotic seedlings	什交苗率[4)] % of zygotic seedlings[4)]
120	4	19	8.1	8	27.6
140	4	10	9.2	0	0
160	4	18	5.9	7	38.9
198	11	77	—	35	45.5

1) 胚以 MS 基本培養基培養 Embryos were cultured on MS medium.
2) DAP : days after pollination.
3) 汚染之種子不列入計算 Contaminated seeds were excluded from calculation.
4) 什交苗率＝什交苗數／培養之種子數 % of zygotic seedlings＝No. of zygotic seedlings/No. of seeds cultured.

Okudai 等[12] 以枳殼粉於不同品系的溫州蜜柑，果實成熟後，分離胚，再播種，有性胚苗佔全部苗數的0%至45%間。柑桔種子直接播種於培養土，所得到的實苗生平均在1至2株間[1,3,5] ，而 Wanatabe 等[16] 以放射線追踪的結果，認爲有性胚多屬第三及第四大的胚，這些較小的胚因發育未完全而不能發芽，因此某些胚數甚多的品種，播種於土壤中，其什交苗率甚低，如椪柑與柳橙[1,3]

，因此胚培養將可提什交苗的獲得機會，除非有性胚在早期就停止發育。根據本研究結果，胚培養的時機應爲種子即將成熟時，且依胚的位置[9,16]、胚色[6,12]等有條件的選取胚，將可提高育種效率。

引用文獻

1. 呂明雄 1980・柑桔胚性及花粉親對珠心胚苗培育之研究・嘉義農專園藝學報・10：19—26
2. 翁仁祿 1974・本省柑桔類胚色及胚數之調查・臺灣省農試所六十三年年報・P. 62—63.
3. 徐信次 1979・柑桔多胚性之研究——珠心胚苗之分離・中華農業研究23（2）：101—108。
4. Esen, A. and R. K. Soost. 1977. Adventive embryogenesis in citrus and its relation to pollination and fertilization. Amer. J. Bot. 64(6)607-614.
5. Frost. H. B. and R. K. Soost. 1968. Seed production: development of gamate and embryos. Chap. 4 in: W. Reuther, L. D. Batchel.or, L. D. Batachelor and H. J. Webbers (eds) The Citrus Industry. 2：290-324. rev. ed. Berkley: Div. Agri. Univ. Calif.
6. Furusato, K. 1951. Studies on polyembryony in citrus. Jap. Jour. Gent. 26：223-224.
7. Furusato, K., Y. Ohta and K. Ishibashi. 1957. Studies on polyembryony in citrus. Seiken Ziho 8：40-48.
8. Horiuchi, S. E. Yuda and S. Nakagawa. 1976. In vitro culture of young embryo in polyembryonic citrus. J. Japaan Soc. Hort. Sci. 45(3)：253-260.
9. Iwamasa, M., I. Ueno and M. Nishiura. 1970. Location of zygotic embryo in polyembryonic citrus seed. Bull. Hort. Res. Sta. Japan, Ser. B, 10：7-14.
0. Kobayashi, S., I. Ikeda and M. Nakatani 1. 1979. Studies on nucellar embryogenesis in-citrus. J. Japan Soc. Hort. Sci. 48(2)：179-185.
11. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassey with tabacco tissue culture. Physiol. Plant. 15：473-497.
12. Okudai, N., I. Oiyama and T. Takahara. 1981. Studies on the improvement of zygotic seedling yield of the polyembryonic citrus. Bull. Fruit Tree Res. Sta, Ser. D, 3：9-22.
13. Rangan, T. S., T. Murashige and W. P. Bitters. 1969. In vitro studies of zygotic and nucellar embryogenesis in citrus. Proc. 1st Intern. Citrus Symp. Vol. 1：225-229.
14. Traub, H. P. 1936. Artificial controll of nucellar embryony in citrus. Science. 14：165-166.
15. Ueno, I. and M.Hirai. 1983. Identification of zygotic embryo in polyembryonic citrus seed by the cotyledon colour. Bull. Fruit Tree Res. Sta. Japan, Ser. B, (10)：35-50.
16. Watanabe, H. Yamagata and K. Syakudo. 1970. Studies on the citrus genetic polyembryony in relation to breeding. II. Discrimination of the embryo fertilized by ^{3}H-labeled pollen grains. Japan J. Breeding. Vol. 20(3)：141-145.
17. Yang, H. J. 1968. Fertilization and development of embryo on satsuma orange and natsudaidai. J. Japan Soc. Hort. Sci. 37(2)：8-13.

Embryos Development of Shueh-ken Orange at Different Growing Stages[1]

A-shiang Hwang[2]

Summary

'Shueh-ken' orange (*C. sinensis* Osbeck.) was pollinated with 'Valencia', 'Pineapple' and trifoliate oranges. Fruits were harvested 80, 100, 120 and 140 days after pollination, numbers of embryos were counted with dissecting microscope, and the embryos of hybrid seeds crossed by trifoliate orange were cultured on MS medium supplemented with 7.5g/l agar and 20g/l sucrose.

Average number of embryos increased slightly throughout the growing stages and that of the smallest embryos (stage I) decreased significiently from 80 to 100 days after pollination, which implied that most embryos began to develop at the same time. The percentage of zygotic seedlings crossed by trifoliate increased as seeds were more mature, so it was recommended that seeds about to mature were preferred if embryos were induced to germinate with the help of embryo culture.

---

1. Contribution No, 1372 from Taiwan Agricultural Research InsTiTuTe.

2. Research Assistant, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI. Chia-yi, Tawan, 60014, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36(4)：372~380（1987）

葉萵苣浮根式水耕之養分吸收

沈 再 發[2]

摘要：葉萵苣行浮根式水耕，以不同濃度之Hoagland 培養液測定結果，該培養液二分之一濃度生產量最高。經培養液和植體之分析計算其大致培養液吸收濃度 NO_3-N、P、K、Ca、Mg分別為7、1.5、4.5、2.5、1me/l。浮根式水耕其主要氧來源為水表面供給為主，用馬達以循環法入方法，雖可略增加其溶氧量，但對葉萵苣之產量影響不顯著。

蔬菜之養液栽培，由於供給適當之養分，作物生長迅速、產量高、且可避免由連作所引起之土壤傳染性病害等優點，已有多種作物達實用化階段[6]。

養液栽培上控制根周圍環境者包括栽培方法及介質、培養液中肥料之濃度與組成、液溫、溶氧量和微生物等[1][5][8][12][15][16][19][22][23]。培養液之濃度與組成為栽培之一重要軟體。自 1842 年 Wiegman與Polstoff以硝酸銨與作物之灰分濾液行水耕，作物生長良好而得獎。1860年 Sach開始研究培養液之成分，1964年Knops與 Sachs共同研究廣口瓶栽培以水位降低行水耕，並確立無機的必要十元素。到1965年Knops發表以四種鹽類為培養液。而其中以1950年Hoagland 和 Avnon[20]以番茄為基礎發表之培養液成為多年來番茄水耕最廣泛使用之養液。初期之研究者，開發出多種研究用培養液，然而在實際栽培應用時，却很容易發生濃度和 pH之劇烈變化，導致栽培發生困難。為使作物能達到正常生產，所供給培養液之濃度與組成與作物的吸收需相近或相同。所謂均衡培養液（Balanced solution）可避免培養液上述劇烈變化的現象發生[5][14]。許多研究者以作物之要素吸收量或以吸收濃度來估算供給量，並得到良好結果[5][9][10][11][12][14][20]。然而作物別、品種、栽培地區季節、氣象和栽培方式等環境因素都可影響其吸收量。例如番茄之水耕栽培很容易發生尻腐病，尤其是當液溫達23°C以上更嚴重[5][6][18][19]。而秋冬季之吸收濃度比夏季吸收濃度為高。因此本省需有針對自身環境建立的資料。基於此，並針對本省夏季較缺乏之葉菜類為對象，本試驗先以不結球葉萵苣為材料，研究其培養液管理上之肥料吸收濃度和要素組成，以獲取熱帶地區之基礎資料，供實際之應用。

材料與方法

一、供試品種：大究葉萵苣

二、試驗方法：

1.不同培養液濃度與組成對葉萵苣生育之影響：

（1）培養液以Arnon and Hoagland[10]標準液為IS（其主要組成成分為 NO_3-N16, NH_4—N2、P6、K10、Ca6、Mg4、S4me/l），其一半濃度為1/2 S和1.5 倍濃度為1.5S，三處理行栽培。各處理之微量要素皆為 Fe-EDTA 20g/m³, $H_3BO_3$3g/m³, $MnSO_4$,. $4H_2O$ 2g/m³

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第1373 號。本研究承行政院國科會（NSC 85—0409—Bo55a—02）計畫經費補助，謹此謝忱。

2.臺灣省農業試驗所研究員兼鳳山熱帶園藝試驗分所分所長。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

表 1. 培養液之組成

Table 1. Composition of the nutrient solution

Salts	g/m^3	elements (me/l)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
KNO_3	1010	10		10			
$Ca(NO_3)\cdot 4H_2O$	708	6			6		
$MgSO_4\cdot 7H_2O$	492					4	
$NH_4H_2PO_4$	228	2	6				4

Microelements: Fe-EDTA $20g/m^3$, H_3BO_3 3 g/m^3, $MnSO_4\cdot 4H_2O$ $2g/m^3$

(表1)。

(2)栽培方式:以浮根式水耕法, 設栽培床容積爲 540cm(長)×72cm(寬)×20cm(深)。海綿0.5cm厚爲栽培介質,其下面墊上萬能網(Vannet網孔1.9×1.9m/m)並以保利龍條爲根浮媒體。種子直播海綿上,栽培時培養液容量固定以600公升爲準。

(3)調查事項:包括生育和培養液(pH、EC 減液量)之變化調查, 及培養液和植體成分分析(NO_3-N、P、K、Ca、Mg)。每公升培養液中的要素濃度(me/l)以新鮮植體總收量(mg)×乾物率×要素含量÷當量毫克數÷消耗水量計算, 得每公升培養液中的要素濃度。養液之吸收濃度計算,依山崎[6,7]作物之大致成分吸收組成,濃度測定法;

$y>y_1$時 $n/w=a/w(y-y_1)+y_1$

$y_1>y$時 $n/w=y_1-a/w(y_1-y)$

a 爲栽培床內之全溶液量　　w 爲栽培期間之消耗養液量

y 爲試驗開始之濃度以me/l表示　　y_1 爲試驗結束之濃度以me/l表示

n 爲吸收成分濃度以me表示

(4)本試驗自民國74年—75年間分三期進行並分別計算其要素之吸收狀況。

2.不同溶氧量對萵苣生長之影響:

(1)培養液以Hoagland and Arnon 之½濃度,仍依上述浮根式栽培,栽培床容積 176cm×68cm×16cm。

(2)氧之供給:以馬達做成培養液等量交換。栽培床上分別裝置供培養液循環注入口一、二、四個及對照無循環注入口四處理,使形成不同之供氧量。其交換時間每小時二次每次十分鐘。

(3)浮根式水耕配置等量交換以供氧對萵苣產量之關係調查。

結果與討論

一、不同培養液濃度與組成對葉萵苣生育之影響:

1.產量方面:

以Arnon & Hoagland[10]培養液爲標準液(S)及其一半濃度(1/2S)和1.5 倍濃度三種培養液,行浮根式滯水耕(Stationary water culture)。其播種期分爲民國 74年11月1日、民國75年1月10日和3月7日三期直播。分別於播種後第31日、41日和41日採收。其收穫量如表2所示;三個播種期皆以標準液的二分之一濃度產量最高,並達顯著標準,其次爲標準濃度(1S)。而高濃度(1.5S)產量最低。 所收穫之乾物百分率則呈相反結果,以二分之一濃度

表 2. 不同濃度 Hoagland 培養液對萵苣產量之影響

Table 2. Influence of different concentration of Hoaglan'ds solution on yield of leafy lettuce (g)

Concentration \ Cropping	I	II	III
0.5 S	6,088.5 a	10,501.74 a	11,269.26 a
1.0 S	4,797.0 b	7,114.32 b	6,605.10 a
1.5 S	4,243.5 c	5,298.84 c	5,815.44 c

*Date of Sowing and Harvesting I. 11/1—12/2 (369 plants)
II. 1/10—2/20 (738 plants)
III. 3/7—4/17 (738 plants)

**Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level as determined by Duncan's Multiple Range Test.

之生長快者，其乾物率較低，而高濃度生長較緩慢者其乾物率較高（表3）。而且三播種期皆呈一致現象。

2.培養液pH和EC之變化：

表 3. 不同培養液濃度對乾物率之影響

Table 3. Influence of nutrient solution concentration on % of dry matter

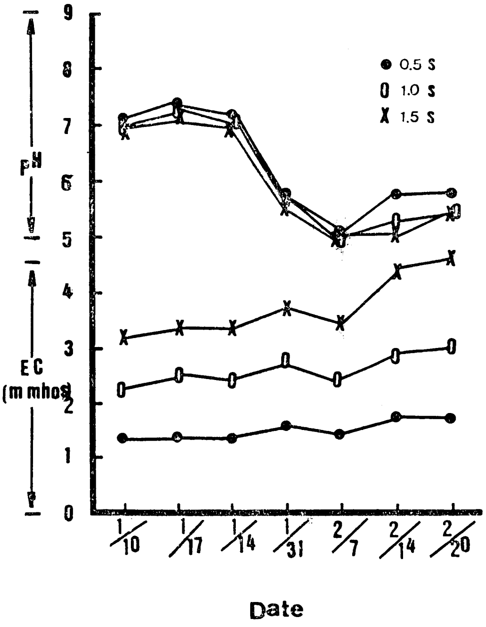
Csoncentration \ Cropping	I	II	III
0.5 S	3.80	3.31	3.37
1.0 S	3.83	3.59	3.46
1.5 S	3.89	3.81	3.86

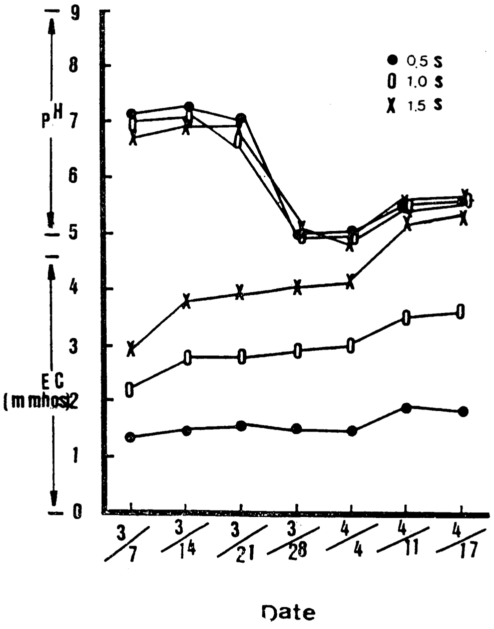
表 4. 葉萵苣之水耕栽培期間消耗水量（公升）

Table 4. Removal water during the growing period of leafy lettuce grown in hydroponics (liter)

Concentration \ Cropping	I	II	III
0.5 S	124	175	185
1.0 S	123	157	170
1.5 S	121	155	166

各不同濃度於栽培期間所消耗之培養液量如表四，顯示三個播種期消耗量皆以二分之一(1/2S)濃度最多，其次為標準培養液（1S），而1.5S之消耗量最低。此結果與產量呈正比，產量高者所消耗養液量多，產量低者消耗養液量少。





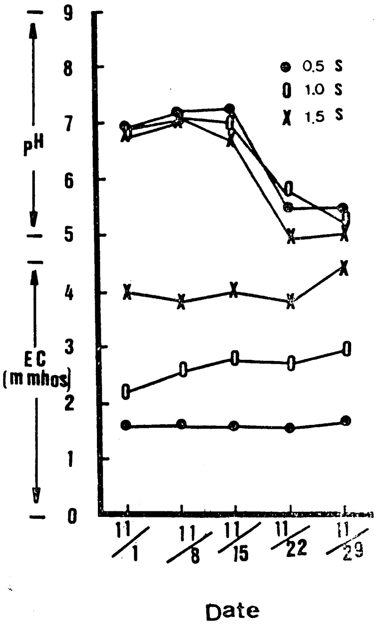


圖 1. 葉萵苣栽培於不同濃度培養液的pH和EC變化

Fig. 1. Changes of pH and EC in nutrient solution of different concentration during the growing period of leafy lettuce

不同濃度栽培期間培養液之pH和電導度（EC）之變化如圖一。三個栽培期pH之變化皆類似。播種後15天皆維持pH7左右，然後逐漸下降。三種不同濃度間，雖然高濃度者(1.5S)比低濃度者呈pH略較低現象，但其變化趨勢仍很一致。此pH之降低原因，除根之呼吸產生碳酸或代謝排出有機酸外，養液上應為陽離子 Ca^{++}、Mg^{++}、K^{+} 之吸收比陰離子 NO^{-}_{3}、PO^{3-}_{4} 之吸收為多，使陰離子殘留養液中所致。另依據 Ikeda and Osawa [21] 對於氮源之吸收指出萵苣無論培養液之 pH 高低，皆以NH_4±N優先的吸收。因此培養液中 NH_4^{+}之減少可也使pH之下降。

電導度之變化則以二分之一濃度自播種到收穫期皆保持隱定，而標準液和 1.5倍濃度則呈

現隨栽培期長而有逐漸升高現象，尤其 1.5倍濃度的升高更爲急速。此表示是大究葉萵苣之吸收量約爲二分之一濃度。而標準液和 1.5S 培養液濃度超過其吸收之濃度，因此養液濃度逐漸增加。

3.培養液成分之變化：

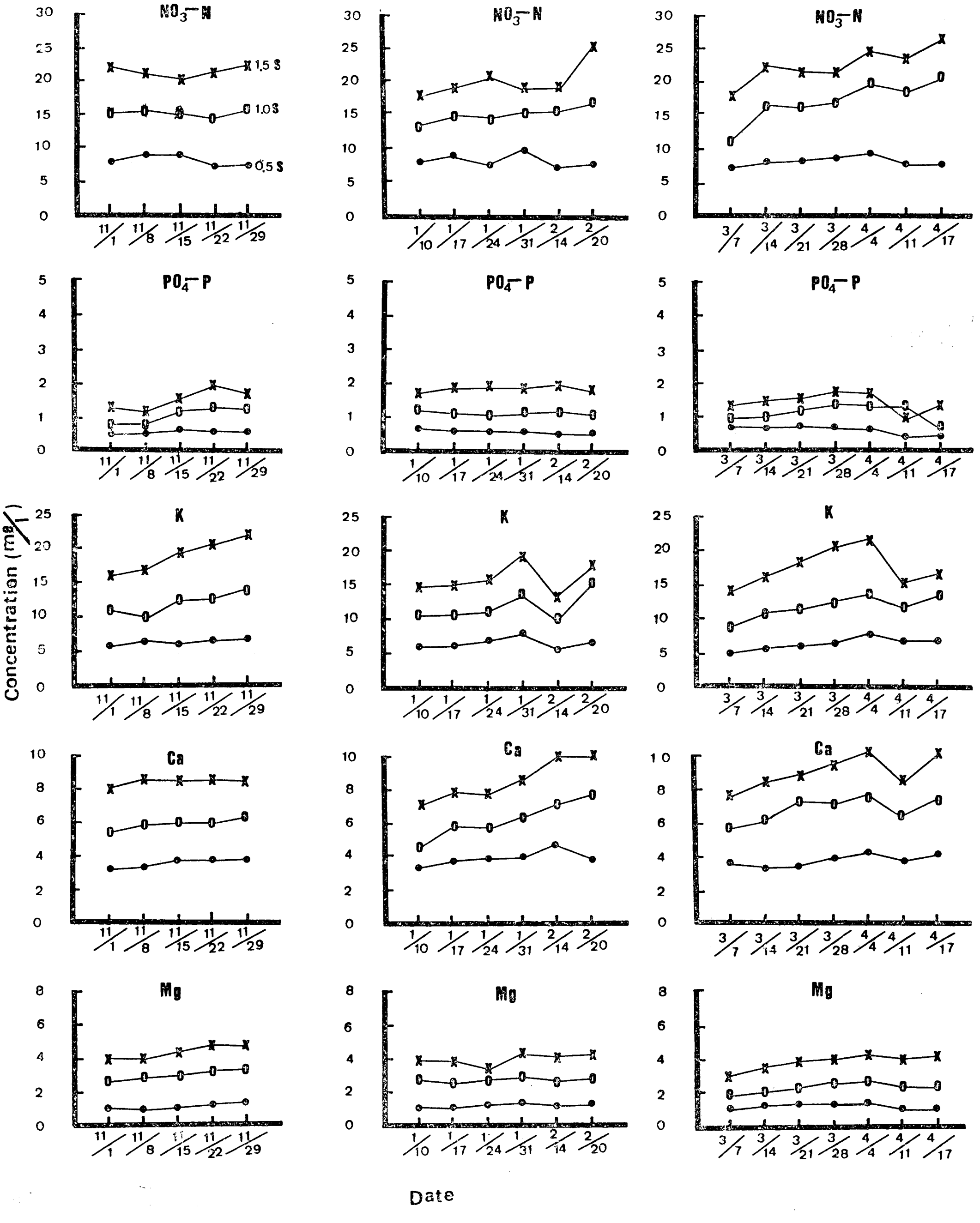


圖 2. 培養液中主要要素之變化

Fig. 2. Changes of elemental concentration (NO_3-N, PO_4-P, K, Ca, Mg) in nutrient solut ion during the growing period of leafy lettuce

栽培期間每週行培養液取樣分析，其NO_3-N、PO_4-P、K、Ca、Mg之濃度變化如圖二。該化學鹽係採用工業原料級，因純度和潮濕性關係，實際濃度與預期濃度仍有差距，按分析結果顯示三播種期仍以二分之一濃度的變化較為隱定，而標準液和1.5S液各要素皆有逐漸升高現象。此分析結果與電導度上升完全一致。同樣表示二分之一濃度的各成分組成與作物之吸收大致相近。

為計算其培養液中所消耗培養液中的五要素濃度，須先測消耗水量，表四為三播種期別濃度的消耗水量。

山崎[5,6]所謂n/w，為作物在一定時間內所吸收培養液量及其所含的各要素。以所吸收之肥料為n，同時所吸收的水量為w。取其n與之比即為大致的吸收濃度。而此w量應包括葉面蒸散量、水面蒸發量與生長同時的吸水量之和，而非絕對全為作物吸收量。因此w雖非正確的根之吸收濃度，但是此n/w在培養液管理上具有濃度維持之意義，並表示作物之養分吸收特性（n/w要素濃度以 me/l表示）。培養液之全濃度以電導度計（Eeletric Conductivity 單位為m mhos/cm表示）測定。而培養液之濃度與電導度（EC）之關係於事先測定並有所瞭解時，則對培養液之管理上當很為便利。

以NO_3-N之吸收濃度為例，其三播種期之消耗培養液濃度之計算分別為：

$$\text{I. } 7.7-\frac{600}{124}(7.7-7.5)=6.73\ (\text{me/l})$$

$$\text{II. } 7.5-\frac{600}{175}(7.5-7.3)=6.81\ (\text{me/l})$$

$$\text{III. } 7.7-\frac{600}{185}(7.7-7.4)=6.00\ (\text{me/l})$$

表 5. 葉萵苣栽培於1/2 Hoagland 養液中之要素濃度的養液分析

Table 5. Element concentration of solution analysis of leafy lettuce grown in 1/2 Hoagland's solution

Elements	Cropping	Concentration of nutrient solution (me/l)		Concentration by removal water (me/l)
		Beginning	End	
NO_3—N	I	7.5	7.7	6.73
	II	7.3	7.5	6.81
	III	7.4	7.7	6.73
P	I	0.65	0.5	1.23
	II	0.75	0.5	1.36
	III	0.75	0.5	1.31
K	I	6.13	6.6	4.32
	II	5.95	6.7	4.13
	III	6.0	6.7	4.43
Ca	I	3.35	3.65	2.20
	II	3.40	3.85	2.31
	III	3.55	4.15	2.20
Mg	I	1.2	1.3	0.82
	II	1.2	1.3	0.96
	III	1.0	1.1	0.78

依此分別再計算出P、K、MCa、Mg之消耗濃度如表 5 。該結果顯示各要素的吸收濃度在三播種期很爲接近。NO_3—N、P、K、Ca、Mg 的大致吸收濃度爲 7 、1.5、4.5、2.5 和1me/l。此結果同時顯示五要素間 NO_3-N 約爲K和Ca兩要素之和。同時鉀之吸收濃度比鈣的吸收濃度爲高，可見葉萵苣爲好鉀之作物。

4.植體之成分分析：

以二分之一濃度之各期收穫植體，乾燥後取樣行 NO_3-N、PO_4-P、K、Ca、Mg 五要素之分析。然後以該期之總收穫量計算各要素之總含量。再以植體之要素總含量，用所消耗之培養液量除之，並計算出其每公升培養液中的要素濃度（me/l）。各不同植期，每公升培養液中的 NO^-_3N濃度分別爲：

I. $6,088.500 \times 3.8\% \times 5.06\% \div 14 \div 124 = 6.74$ (me/l)

II. 10, $10,501,740 \times 3.31\% \times 4.80\% \div 14 \div 175 = 6.81$ (me/l)

III. $11,269,260 \times 3.37\% \times 4.4\% \div 14 \div 185 = 6.45$ (me/l)

依此類推計算植體P、K、Ca、Mg濃度分別列如表 6 。

該項結果同樣顯示三個播種期植物體之要素濃度，仍大致相近；其NO_3-N、P、K、Ca、Mg 分別爲 7 、1.5、4.2、1.6和1me/l。該植體分析結果與培養液分析結果大致相同 。 所不同者爲植體內之Ca含量略爲少些，其原因未甚明瞭，有待進一步查究。 然而以培養液之消耗濃度爲準，其推薦濃度NO_3-N、P、K、Ca、Mg分別爲7、1.5、4.5、2.5、1me/l。

表 6. 栽培於 Hoagland 養液中之葉萵苣植體要素含量

Table 6. Element contents of plant analysis of leafy lettuce grown in 1/2 Hoagland's solution

Elements	Cropping	Contents (% ofdry matter)	Total contents (mg)	Total contents/Removal water (me/l)
	I	5.06	11,706.97	6.74
NO_3—N	II	4.80	16,685.16	6.81
	III	4.40	16,710.06	6.45
	I	0.65	1,503.86	1.18
P	II	0.75	26,070.06	1.44
	III	0.70	2,658.42	1.40
	I	8.50	19,665.86	4.07
K	II	7.80	27,113.39	3.97
	III	7.90	30,002.15	4.16
	I	1.50	3,470.45	1.40
Ca	II	1.56	5,422.68	1.55
	III	1.50	5,696.61	1.54
	I	0.40	925.45	0.61
Mg	II	0.43	1,688.2	0.78
	III	0.40	1,519.10	0.67

二、浮根式之不同溶氧量對葉萵苣生長之影響：

以浮根式栽培萵苣栽培床配以等量交換方式，在同一容積的培養液分別裝置進水口一、二、四和對照（不裝進水口）四處理，其進水時最高之溶氧量分別爲7.5、7.0、6.5、5.5ppm，而其靜水時之最低溶氧皆爲 5.5ppm。種子於11月 5 日播種，一個月後收穫。其收穫調查結果如表 7 ，結果各處理間並沒有任何差異。顯示利用浮根式栽培最主要之氧供應量來自浮在水面的根部。因此，熱帶地區欲以培養液循環注入方式增加溶氧，其效果仍有限。倒不如藉栽培方法如浮根式水耕之利用水面上的氧爲有效。

表7. 葉萵苣以浮根式水耕時溶氧對產量之影響

Table 7. Influence of dissolved oxygen on yield of leafy lettuce grown with root-floating hydroponics*

Dissolved oxygen (ppm)		yield (g/plant)**
highest	lowest	
7.5	5.5	18.64 a
7.0	5.5	17.76 a
6.5	5.5	18.01 a
5.5	5.5	18.20 a

*Growing period: 11/5—12/4

**Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level as determined by Duncan's Multiple Range Test.

參考文獻：

1.沈再發，1986・數種蔬菜水耕栽培初步試驗，夏季蔬菜生產改進研討會專輯・193～212。

2.沈再發，1985・設施園藝生產技術——養液栽培，八萬農業建設大軍訓練敎材・29～42。

3.沈再發，1987・臺灣之養液栽培問題及展望，臺灣農業・23(1)：47～55。

4.陳文孝、鈴木芳夫、山崎肯哉，1976・水耕におけるそ菜の無機養分吸收の特性・日本園藝雜誌44（4）：395～401。

5.山崎肯哉、鈴木芳夫、篠原溫，1976・主要蔬菜の養液栽培（水耕）に關する研究， 特に培養液管理とみかけの吸收濃度（n/w）について・東敎大農學部紀要22：53～100。

6.山崎肯哉，1982・養液栽培全編・日本博友社。

7.山崎肯哉，1986・養液栽培技術の發展經過と今後の方向・日本農業よよひ園藝61（1）別册：27～34。

8.小川章、橘昌司，1976・そ菜の根の機能に關す環境生理學的研究Ⅱ、園藝學會研究發表要旨 51秋：192～193。

9.岩田正利、鈴木芳夫，1969・窒素形態の差異と蔬菜の生育（第5報）培養液中の各種陰イオンとの關係・日本園藝學會藝誌38：254～261。

10. Arnon. D. I. and D. R. Hoagland. 1940. Crop production in artificial culture solution and in soils with special reference to factors influencing yield and absorption of inorganic nutrient. Soil Sci. 50 : 463-485.

11. Blanc, D. 1973. Effect of the water regime on the yield, consumptive use of water, and uptake of mineral elements by tomato in soilless culture under greenhouse conditions. ISOSC Proceedings 3rd International Congress on Soilless Culture, 143-147.

12. Cooper, A. J. 1972. The influence of container volume, solution concentration, pH and aeration on dry matter partition by tomato plants in water culture. Journal of Horticultural Science

47(3);341-347.

13. Cooper, A. J. 1979. Th ABC of N F T. Grower Booker London.
14. Cooper, A. W., and E. B. Dumbroff, 1973. Plant adjustment to osmotic stress in balanced mineral-nutrient media. Canadian Journal of Botany 51(4):763-773.
15. Cornillon, P., and County, P. 1976. Infuence of root temperature on plant growth in water culture. ISOSC Proceedings 4th International congress on soilless culture, 323-326.
16. Cornillon, P. 1977. Effect of root temper ature on the absorption of mineral elements by tomatoes. Ann. Agron. 28(4), 409-423.
17. Curtis, O. F. and Clark. 1960. An Introduitcon of plant Phy siology. McGraw-Hill.
18. Geraldson, C. M. 1957. Control of blossom end rot of tomatoes. Proc. Ame. Soc. Hort . Sci. 69 : 309-317.
19. Geraldson, C. M. 1957. Factors affecting calcium nutrient of celery, tomato and peper. Proc. Ame. Soc. Hort. Sci. 69 : 621-630.
20. Hoagland D. R. & D. J. Arnon 1950. The water culture method for growing plant without soil. Circ 347. Berkely: Calif. Agri. Expt. Sta. Univ. of Calif. pp. 32.
21. Ikeda, H., and T. Osawa, 1981. Nitrate and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH . Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 50(2) : 225-230.
22. Ikeda H. and T. Osawa 1983. Effect of ratios of NO_3 to NH_4 and concentrations of each N source in the nutrient solution on growth and leaf N constituents of vegetable crops and solution PH. J. Japan Soc. Hort. Sci. 52(2) : 159-166.
23. Ikeda, H. and T. Osawa. 1984. Lettuce growth as influenced by N source and temperature of the nutrient solution. 6th ISOSC proceeding 273-284.

Nutrient Absorption of Leafy Lettuce Grown in Root Folating Hydroponics[1]

Tzay-Fa Sheen[2]

Summary

By using root-floating hydroponics, different concentrations of Hoagland solution were tested for nutrient absorption of leafy lettuce. Highest yield was obtained 1/2 concentration of standard solution. Results from the analysis of nutrient solution and plant suggested the optimum nutrient absorption for leafy lettuce being NO_3-N=7, P=1.5, K=4.5, Ca=2.5, Mg=1 me/l.

Needed oxygen mainly came from the surface of water in root-floating hydroponics. Water circulating did not increase the lettuce yield.

---

1. Contribution No. 1373 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was financed by National Science Council (NSC 85-0409-BO55a-o2) R. O. C.
2. Senior Horticulturist and Director, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI. Fengshan, Kaohsiung Hsien , Taiwan, R. O. C.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 36(4)：381～388 (1987)

抗Y毒素馬鈴薯族羣之篩選試驗[1]

曹幸之　陳進分　李碩朋[2]

摘要：自國際馬鈴薯中心引入 50 個對馬鈴薯 Y 病毒 (PVY) 具有免疫性的分離薯球族羣 (tuber family)，共 2,810個薯球 (每一薯球爲不同的營養系)，各族羣大小不一，自 8 個薯球到127個薯球不等，分別在農業試驗所的田間與網室試種，並以人工汁液接種PVY觀察。田間種植者只有66%的採收率，其餘營養系 (Clone) 或不發芽或生長勢不良；採收時已生育 114天，但仍有許多植株莖葉仍綠，依植株早生性，薯球性狀與產量，選留14%共計192個營養系，各族羣的單株平均產量最低爲190g/pl，最高爲915g/pl。

網室種植者有85%的採收率，發芽情況均較田間者爲佳，種植後一個月接種嵌紋系的PVY，由於品種的不同，對 Y 病毒反應也有所不同，接種後四週陸續在感病株上呈現葉片嵌紋、縐縮、捲葉、黃化及頂梢壞死等不同程度的病徵，各族羣的免疫株與感病株成 3 ： 1 或 1 ： 1 之分離情形，採收時，117 天生育，仍有營養系莖葉仍綠，且有二次生長情形；由於已淘汰病株，選留營養系比率較低，僅 8 %共 131個營養系，各族羣的單株平均產量最低爲150g/pl，最高爲1100g/pl，各族羣在田間或網室的平均產量呈不相關。

選留的三百餘營養系將在不同地點與不同季節就其抗病性與薯球性狀做更進一步的評估與篩選。

據記載馬鈴薯的病蟲害多達265種 (1)，其中屬世界性的有眞菌類的晚疫病以及毒素 Y、X及捲葉毒素 (PVY, PVX, PLRV) 等，而造成「品種退化」的最嚴重因素當推毒素病，因此在進步的國家均有檢疫制度配合種薯生產。本省每年栽培馬鈴薯約二、三千公頃，以臺中縣與雲嘉一帶爲主要產區，品種簡單，但均不耐毒素病，而有關抗毒素病的篩選工作尙付厥如；由於馬鈴薯爲異形質的四倍體，使育種工作倍增困難，而設於秘魯的國際馬鈴薯中心 (CIP)，不但廣爲收集保存中南美洲原產地的種源，包括野生種及未經改良的栽培種 (primitive cultivated spp.)，並積極利用這些種源從事育種 (7)，其中抗PVY，抗PLRV即爲十大育種目標之首 (International Potato Center Annual Report)，以輪迴選拔的方式來改進種羣 (population) 的抗病性，適應性與農藝性狀，每年以育成的品系 (advanced clone)，或薯球或實生種子 (true seed) 或試管苗，試管小薯球 (in vitro tuberlet) 的方式，或薯球族羣 (tuber family) 提供世界各國從事馬鈴薯的生產改進與研究工作 (5)；現已有八十餘國家或地區使用過 CIP 的育種材料，其中有 22國家由這些材料中已選育成新品種推廣 (4)。

PVY 爲本省最嚴重的馬鈴薯毒素病，乃由蚜蟲非永續性的媒介及接觸傳染所以即使蚜蟲羣落低時，亦極易傳播毒素病，造成莖葉壞疽或嵌紋及落葉減產；CIP的研究發現野生種 Solanum stoloniferum與栽培種 S. tuberosum ssp. andigena對PVY具有免疫性 (immunity) (1,2)，且由一個單顯性因子 (simplex gene) 控制，利用這些種源及種羣育種 (population breeding) 法，增進種羣

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1374 號。本研究承國立中興大學盧耀村教授提供病毒接種源並協助接種、檢定病徵，本所園藝系楊偉正先生、林春花小姐之協助試驗，謹此誌謝。
2.分別爲本所園藝系研究員、計畫助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

中抗病基因的頻率，每年將抗病的親本雜交，由後裔檢定選出優良的組合或族羣（family），族羣中每單穴一薯球，組成薯球族羣。本研究的目的即向CIP引入對PVY免疫性仍呈分離的薯球族羣（分離比爲1：1或3：1），並由其中篩選能適應本省環境，兼具抗 PVY 及優良農藝性狀的馬鈴薯，以充實本省馬鈴薯的育種工作。

材料與方法

1.材料

試驗材料包括50個 CIP的族羣（詳見表1），共2,810個薯球，每個薯球代表一個營養系（clone）具有不同的因子型，族羣385111最小，只有8個薯球，最大的族羣385129有 127個薯球，薯球乃由種在盆缽中種子所生產，所以比較小，直徑 0.6cm 到 1.6cm 不等，平均重量爲 13公克，另外以抗PVY的兩個品種I-1039（印度），Pirola（德國）以及感病的本省栽培種 Cardinal，做爲對照。

Table 1. Description of potato tuber families resistant to PVY from International Potato Center

Pedigree*	Accession No. of Tuber Family	Number of Family	Total Tuber Number**
Y Series×Y Series	385087—385106	19	805
Y Series×LT-7	385109—385113	4	193
Y Series×Katahdin	385114—385120	6	252
Y Series×Atlantic	385123, 385156 385157	3	294
Y Series ×575049	385124—385126	3	320
Y Series×377 Series	385127—385135 385148—385151	11	705
Ms×Y Series	385137, 385141 385145	3	177
Y Series×C83.551	385136	1	64
Total		50	2,810

* Y Series: PVY (potato virus Y) immune, early-maturing.
LT-7: heat tolerant, early-maturing, high tuber yield and uniform in tuber shape.
Katahdin: PVA. PVY resistant.
C83.551: PVY immune and PLRV (potato leaf-roll virus) resistant.
377 Series: heat tolerant and early-maturing.
**All the tubers are genotypically different.

2.方法

試驗在農業試驗所農場第20田區進行，田區上分成網室設施與無網室兩種處理，分別簡稱爲網室與田間，網室內接種毒素；所有栽培管理均依一般慣行栽培法，僅株距爲45公分，較一般栽培者爲大。每族羣中較大的薯球切半，並標上相同的編號，分別種在網室與田間，以利識別，其餘薯球則逢機分置兩種處理。

田間處理於75年11月7日種植，並以Cardinal做爲對照，於76年3月2日採收，調查各族羣產量與比重，並依各株的早生性，薯球形狀與整齊度選留單穴。

網室處理則因氣候因素延至75年12月6日種植，並以免疫品種 Pirola與I-1039爲對照；76年1月7日所有植株以本省所發生的嵌紋型 PVY 系統（國立中興大學盧耀村教授提供），以摩擦法汁液接種，2月5日起由植株反應陸續調查發病情形與病徵，3月13日先挖除病株，，其餘健株於4月3日採收，調查產量，依薯球性狀做單穴選拔。

結　果

1.田間處理

（1）生育：於田間種植者出芽與生育情形較差，薯球種植後三週，50個族羣中仍有16個族羣的發芽出土率不到50%，由於薯球小，植株多以單枝主莖發芽生長，少數植株雙主莖，更少植株三枝莖；對照之 Cardinal 則出芽率高且整齊，除因感染病毒的植株先予拔除外，其餘植穴均能生產馬鈴薯，而 CIP族羣中一些生長勢弱的植株，在結薯前即停止生育，也有一些植株感染了病毒，呈現嵌紋或捲葉的病徵；到採收時，只有66%所種植的營養系得以生產薯球（表 2 ）。系譜Y×575049及系譜Y×Katahdin的族羣，採收率較低，約50%，其中族羣385126的採收率最低，24%，而族羣 385102與091（系譜Y×Y），141與 145（系譜 MS×Y），128和148（系譜Y×377）共 6 種，各有90%以上的營養系得以採收。

（2）產量：單株平均產量最高的族羣爲385111與132，產量分別爲 980g/pl與910g/pl，其他尚有系譜Y×Y的 6 個族羣（087, 088, 089, 095, 101, 104), Y×LT-7(385112), Y×575049（385125）及MS×Y（385141）各一個族羣，共 9 族羣，產量比Cardinal高。

（3）選拔：就薯球大小，芽眼深淺（尤其是stolon end），形狀的整齊度，早生性及沒有二次生長情形等選擇標準，各族羣選留不同數目的營養系（單穴選拔），平均選拔强度爲14%，族羣385123（系譜Y×Atlantic）的選拔率最高，達43%（表 3 ），而 385103，111，117，118及151等 5 個族羣或因薯球太小或因芽眼深或因有二次生長匍匐枝，沒有選留任何營養系。將選拔率

Table 2. Evaluation of potato tuber families for their resistance to PVY and yield and quality of tubers in the open field

Pedigree*	Number of Tubers Planted	Number of Clones: Harvested	Number of Clones: Selected	Yield of the Selected Families (g/plant)
Y Series×Y Series	647	424(66)	55(13)	350—890
Y Series×LT-7	109	72(66)	17(24)	450—890
Y Series×Katahdin	156	85(54)	8(9)	190—520
Y Series×Atlantic	200	120(60)	23(19)	350—370
Y Series×575049	241	120(50)	19(16)	335—615
Y Series×377 Series	500	365(73)	40(11)	270—915
Ms×Y Series	147	126(86)	24(19)	465—785
Y Series×C83.551	34	29(85)	6(21)	565
cv. Cardinal (ck)	600			615
Total	2,034***	1,341(66)	192(14)	

* See Table 1 for accession numbers of tuber families for each pedigree.

** Numbers in parentheses for harvested clones are percentages relative to total number of tubers planted. Numbers in parentheses for selected clones are percentages relative to number of harvested clones.

***Excluding tuber numbers of check cultivars.

Table 3. Comparison among potato tuber pedigrees on number of families with selection efficiency over 25% cultivated in the open field

Pedigree	Number of Tuber Family		Number of Clones from Selected Families	
	Planted	Selected*	Harvested	Selected
Y Series×Y Series	19	5	72	22(30)**
Y Series×LT-7	4	1	27	8(30)
Y Series×Katahdin	6	1	7	2(29)
Y Series×Atlantic	3	1	23	10(43)
Y Series ×575049	3	1	53	13(25)
Y Series×377 Series	11	3	36	9(25)
MS×Y Series	3	1	45	16(35)
Total	49	13	263	80(30)

* With selection efficiency over 25%.
**Numbers in parentheses are percentages relative to number of harvested clones, i. e., selection efficiency.

Table 4. Tuber specific gravity of some selected potato tuber families cultivated in the open field

Family	Specific Gravity	Family	Specific Gravity
385090	1.079	385123	1.075
385093	1.084	385124	1.075
385095	1.074	385128	1.081
385098	1.074	385129	1.075
385099	1.074	385135	1.079
385100	1.084	385136	1.076
385104	1.079	385139	1.072
385105	1.083	385150	1.083
385106	1.081	385156	1.076
385112	1.079	385157	1.078
385114	1.076	cv. Cardinal	1.074

達25%以上的13個族羣，依其系譜，綜合選拔結果，示於表3，系譜 MS×Y的族羣385141選留35%的營養系。Y×Katahdin及Y×C83.551的族羣選留較少之單穴。

（4）薯球顏色分離：薯球外皮多爲白色，少許黃色薯，但一些紅色及深紅色的薯球，其中385141生育114天在採收時，地上莖葉仍綠。

（5）薯球比重：測試21個族羣的薯球比重，僅385139族羣爲1.072較 Cardinal品種爲低外，其他族

羣均在1.074以上，與 Cardinal相同或更高（表4），385093與100更高達1.084，顯示這些族羣具有相當高的乾物量。

2.網室處理：

（1）生育：網室內發芽情形較好，平均85%的植株得以生育到採收，其中385094，101及111三個族羣發芽率 100%，且植株均能長成，385111較早生，採收時地上部莖葉已死，也有一些族羣—385088，090，092及145—採收率不到65%，各組合中以系譜MS×Y的採收率較低，72%（表5）。生育期中，僅少數植株（約1%）開花，另有 1.5%的植株有花芽分化，但落苞；網室內也不着果。

（2）發病：植株接種嵌紋系 PVY 病毒後四週，即可在感病株上見到葉片呈現嵌紋，而在385095，097兩族羣中分別有 50%及28%的植株因接種毒素造成頂梢壞死，下位葉逐漸萎黃而植株枯死，但植株自種植到發病，已有兩個月的生長，地下着生薯球。除前述兩種病徵表現外，尚有葉片內捲，葉面縐縮（rugose）、黃化、葉片褐斑等病徵；嵌紋病徵在後期或因氣候因素溫度回升，有些變成不明顯。綜合同系譜的族羣資料（表5）顯示Y×Y, Y×LT-7, Y×Atlantic, Y×377系，及MS×Y的無病徵株：罹病株成3：1的分離比，而Y×C83.551的分離比符合1：1，其他Y×Katahdin及Y×575049的分離比不符合3：1也不符合1：1。

（3）產量：單株平均產量最高的族羣385097，099，均爲系譜Y×Y，分別爲 1100g/pl與910g/pl，對照的免疫品種Pirola與 I-1039則分別爲 555g/pl與 580g/pl，其他尚有9個族羣的產量在600g/pl以上，分別爲系譜Y×Y的385093，094，095，100，101，102，106七種，Y×Katahdin的385114及Y×377系列的385127；最低產量的族羣爲385111，只有150g/pl，另有5個族

Table 5. Evaluation of potato tuber families for their resistance to PVY and yield and quality of tubers cultivated in the screen house with artificial inoculation

Pedigree*	Number of Tubers Planted	Number of Clones			Yield of the Selected Families (g/plant)
		Harvested	Susceptible	Selected	
Y Series×Y Series	532	441(83)*	124(28)**	42(9)**	425— 1,100
Y Series×LT-7	137	117(85)	34(29)	12(10)	150— 480
Y Series×Katahdin	163	148(91)	48(32)	18(12)	300— 760
Y Series×Atlantic	194	158(81)	44(28)	17(11)	310— 370
Y Series×575049	228	204(89)	81(40)	15(7)	350— 530
Y Series×377 Series	465	394(85)	94(24)	30(8)	250— 630
Ms×Y Series	104	75(72)	20(27)	6(8)	265— 560
Y Series×C83.551	52	49(94)	22(45)	1(2)	280
cv. Pirola (ck)	10				555
cv. I-1039 (ck)	20				580
Total	1,875***	1,586(85)	467(29)	131(8)	

* See Table 1 for accession numbers of tuber families for each pedigree.
** Numbers in parentheses for harvested clones are percentages relatives to total number of tubers planted. Numbers in parentheses for susceptible and selected clones are percentages relative to number of harvested clones.
***Excluding tuber numbers of check cultivars.

羣平均產量低於300g/pl（表 5 ）。

（4）選拔：網室內由於較嚴重的病株先予淘汰，選拔强度較田間爲高，選留單穴較少，平均僅選留 8 %具有可接受的薯球品質與產量的營養系（表 5 ）。族羣385101的營養系有⅓被選留，而其他選留率在15%以上的族羣計有 5 個Y×Y族羣（385088，089，092，094，097），1 個 Y×LT-7族羣（385109），2 個 Y×Katahdin 族羣（385114，116），2 個 Y×Atlantic 族羣（385123，156），及 1 個 Y× 377 族羣（385127）見表 6 。選留的營養系不一定產量高，自270公克（單穴）至2930公克不等，但其薯球芽眼一定較淺，外形較好。

（5）薯球分離：系譜中有 MS clone的族羣385131與385141分離出紅色或深紅色薯球，但同系譜之385145在網室種植的營養穴沒有紅色的薯球。

討　　論

本試驗將國際馬鈴薯中心的分離族羣，分置田間與網室兩種處理，可以比較田間自然感病以及網室內接種發病的植株生育情形及評估之效果；由於天雨，田間處理種植後隔一個月才進行網室處理的種植，但兩種處理均在一般馬鈴薯的栽培適期內，唯網室處理的到四月採收時，氣溫已漸升高，少數植株表現 heat stress 的二次生長匍匐枝。從產量上，各族羣在不同時間但同一田區的兩種處理下表現不同，兩種處理的產量結果也無相關，有些族羣在田間比在網室產量高，有些族羣則相反，網室內產量較高，這由於同族羣兩種處理中所包含的營養系不同，而營養系間的差異很大，但在一般育種過程中，初期的篩選却只針對質的性狀，而不注意量的性狀如產量的選拔；在馬鈴薯從薯球族羣中選抗病毒的營養系，在最初三季都只選拔抗病性及薯球性狀，如芽眼淺與外形，到第四季有重覆小區的篩選後，才行產量調查與選拔[1]，因此本試驗中，無論田間或網室處理，不針對產量做選拔，選留的單株產量有300公克的，也有 2900公克的，在田間因無接種，只能就自然感染淘汰生育不良和或病株，並不做發病調查，選拔時，選擇薯球着生整齊，大小比較一致而且芽眼較不明顯的單穴，並注意 Stolon end（即匍匐枝與薯連接的一端）不要深凹；系譜 Y×Atlantic 的族羣選拔率較高，是因 Atlantic 自1978年由美國農部育成推廣[3]後，已成爲最主要的薯片品種(leading chipping variety)，由於它優良的薯球品質又抗瘡痂及PVX 以及組合力高，多用在 CIP 的育種親本，以改善抗病材料的薯球性狀，而它的後裔也有較高比率的優良單株。多數營養系的薯球爲橢圓形，少數爲長形，爲針

Table 6. Comparison among potato tuber pedigrees on number of families with selection efficiency over 15% cultivated in the screen house

Pedigree	Number of Tuber Family		Number of Clones from Selected Families	
	Planted	Selected*	Harvested	Selected
Y Series×Y Series	19	6	87	18(21)**
Y Series×LT-7	4	1	32	5(16)
Y Series×Katahdin	6	2	58	11(19)
Y Series×Atlantic	3	2	101	17(17)
Y Series×377 Series	11	1	25	4(16)
Total	43	12	303	55(18)

* With selection efficiency over 15%.
**Numbers in parentheses are percentages relative to number of harvested clones, i. e., election efficiency.

對製做薯條的需要也選拔了一些長形薯。

網室內則因接種，並減少了昆蟲傳遞其他病毒的機率，從發病調查中，凡病徵明顯者，一律先行淘汰，而一些原本表現嵌紋病徵，但後期却因氣溫回升而病徵不明顯（mask）的植株，除非薯球形狀很好，也不予保留；接種時用PVY的mosaic strain，是因目前本省栽培Cardinal馬鈴薯，容易遭受嵌紋型Y病毒及壞疽型 Y病毒爲害，前者，每年均可發生而後者雖然影響馬鈴薯的生長較爲嚴重，但不常發生，或發生比例較低，因此爲篩選抗病性而選用發生較普遍之 mosaic strain，然而病徵表現則因品系的不同，反應也不一，除mosaic外尙有rugose, leaf rolling以及top necrosis等，其中一些捲葉情形因不易辨別屬發病反應，抑或植株後期生理自然現象，因之對捲葉情形，並不嚴格淘汰，僅就併有其他如嵌葉紋病徵者予以淘汰。總計田間選拔率爲14%，網室選拔率8%，共計 323營養系，由於部分營養系（總計共 937個），在田間與網室均有種植（種薯切成兩半），並有編號可以識別，在田間選留的99個營養系，經網室的發病資料核對，有8個是感病的 $^{8}/_{99}=8\%$），但在田間自然感病下並未遭淘汰，另外，有18個營養系是同時在網室，田間均被選留的，重覆獲選的機率僅 $^{18}/_{99}=18.2\%$，因之顯示田間選留的其他（192—99=93）93個營養系也會有部分的感病株可能，薯球族羣的初步篩選並不絕對，還必需由更多的試種觀察，才能確定抗病性以及tuber type，唯本試驗的選拔强度符合一般選拔强度的5—20%範圍，而且薯球族羣的系譜不但對PVY免疫，還有耐熱或抗PLRV, PVX的特性[2,5,6]（並見表1附註），故薯球族羣不但具有對病毒的抗性，同時薯球的產量大小，形狀，以及比重均能合乎消費者要求。

此次的選出的三百餘營養系，奠立一個好的開始，再經數季的選拔，應該可以選出於本省栽培環境下抗毒素病，兼具良好薯形及產量的品種。

參考文獻

1. Brown, C. R., E. N. Fernandez-Northcote , U. Jayasinghe and L. Salazar. 1984. Breeding virus-resistant potato cultivars for developing countries. CIP Circular 12(3) : 1-4.
2. Brown, C. R. 1985. Genetic studies and breeding of resistance to PLRV, PVY and PVX. In: Present and Future Strategies for Potato Breeding and Improvement. Report of the 26th Planning Conference, Dec. 12—14, 1983. Lima, Peru. pp. 17-44.
3. Chase, R. W. 1984. North America potato variety inventory. U. S. Dept. Agri., Beltsville, MD.
4. International Potato Center. 1985. Annual Report for 1984. 167p. Lima, Peru.
5. Mendoza, H. A. 1983. Breeding of potato populations at the International Potato Center. CIP Circular 11(3) : 1-5.
6. Mendoza, H. A. 1985. Selection of parental stocks for heat tolerance and earliness. In: Present and Future Strategies for Potato Breeding and Improvement. Report of the 26th Planning Conference, Dec. 12-14, 1983. Li ma, Peru. pp. 7-16.
7. Rhoades, R. E. 1982. The incredible potato. Natl. Geograph. Magz. 161(5) : 668-694.

Evaluation of Potato Tuber Families Immune to Potato Virus Y[1]

S. J. Tsao, C. F. Chen and S. P. Lee[2]

Summary

Fifty potato tuber families segregating for potato virus Y (PVY) resistance from International Potato Center were planted at Taiwan Agricultural Research Institute and evaluated for virus resistance and yield and quality of tubers. Each family has half of its clones planted in open field and the rest in screen house where inoculation of PVY-mosaic strain was conducted one month after planting. Different types of symptoms including top necrosis, leaf rolling, mosaics and combination of the above, were shown in different clones starting one months after inoculation. The segregation of immune and susceptible clones in each family was either 1 : 1 or 3 : 1.

Clones grown to harvest were 66% in open field and 85% in screen house of those planted. Based on the selection criteria of yield, tuber shape and uniformity and earliness, selection rates of clones were 14% and 8% in the field and screen house, respectively. The lower selection rate in screen house was due to the elimination of symptomed clones. Tuber yield ranged from 190 to 915 g/plant in the open field and from 150 to 1,000 g/plant in the screen house, showing significant variation among families and clones. No correlation was observed in tuber yield between field and screen-house experiments. Tuber specific gravity was similar for some selected families. The selected clones will be further evaluated in different site and season for their agronomic characters.

---

1. Contribution No. 1374 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior horticulturist, and research assistants, respectively. Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 36(4)：389~397 (1987)

五種瓜類病毒在本省甜瓜及西瓜之發生與分布[1]

張有明　蕭吉雄　楊偉正　許秀惠　趙玉珍　黃秋雄[2]

摘要：1985年秋作採集高屏、雲嘉南及臺中等地區疑似病毒感染的甜瓜和西瓜樣品以ELISA法偵測ZYMV、WMV-1和 CGMMV等三種病毒的感染情形，得知267個甜瓜和121個西瓜樣品中均以感染ZYMV的比例最高，次爲WMV-1，其中僅一個甜瓜樣品對 CGMMV抗血清有反應，複合感染則均由 ZYMV 和 WMV-1兩病毒所引起。1986年春作採集之樣品除以上三區外，還包括花東及澎湖兩地區，以同樣方法偵測 ZYMV 、WMV-1 、 WMV-2、CMV和 CGMMV 等五種病毒的感染情形，發現在343個甜瓜（包括越瓜37個）樣品中仍以ZYMV感染率最高，其次依序爲CMV、WMV-1 與 CGMMV。複合感染仍以 ZYMV和WMV-1兩種病毒爲主，有少數樣品測得由 WMV-1、CMV和CGMMV三種病毒所感染。供測試的352個西瓜樣品中亦以ZYMV感染比例最高，其次是WMV-1，而 CMV、WMV-2或CGMMV僅少數樣品有反應。同樣地，複合感染亦以ZYMV和WMV-1兩種病毒爲主。不同地區所測得的病毒種類和發生比例也有所不同，花東地區所採之西瓜樣品以感染WMV-1最多，澎湖地區所採之甜瓜和西瓜樣品僅測得 CMV，尤其在甜瓜上 CMV佔很高的比例。不論秋作或春作，仍有許多疑似病毒感染之樣品偵測五種病毒而呈負反應，是否營養不平衡或殺草劑所引起之類似病毒症狀或其他新病毒所致，則有待進一步之探討。

（關鍵字：甜瓜、西瓜、瓜類病毒、病害調查、酵素結合抗體檢定、矮南瓜黃化嵌紋病毒、胡瓜嵌紋病毒、胡瓜綠斑嵌紋病毒、西瓜嵌紋病毒１和２）。

臺灣地處熱帶、亞熱帶，氣候溫暖適合各種瓜類的生長。甜瓜（包括東方脆瓜、洋香瓜、多甜瓜及越瓜等）和西瓜（包括無子西瓜和瓜子西瓜）每年在本省之栽培面積共達三萬五千公頃以上[1]，爲本省重要的瓜果。唯近年來瓜類病毒危害日趨嚴重，田間罹病植株輕者發育不良、品質下降、產量低，嚴重者則生育停頓、果實畸形，甚至植株枯死，致使農民損失甚鉅。國外有關瓜類病毒危害之報導甚多[16,23,26]，在自然狀況下至少有25種病毒可以感染瓜類[20]，而危害甜瓜或西瓜的病毒亦達10種以上[4,9,20,26]。

據目前所知，危害本省瓜類的病毒有胡瓜嵌紋病毒(cucumber mosaic virus, CMV)[10]、西瓜嵌紋病毒(watermelon mosaic virus, WMV)[3,4]、胡瓜綠斑嵌紋病毒(cucumber green mottle mosaic virus, CGMMV)[2]及矮南瓜黃化嵌紋病毒（zucchini yellow mosaic virus, ZYMV)[5]四種，其研究大部分均針對病毒的分離、鑑定或血清學特性等方面，而對於田間病害發生情形，病毒之區域性分佈及不同作物或季節病毒危害情形等的研究報告甚少。過去由於沿用傳統的判別植物鑑定法來偵測田間病毒種類，不但費時、費力且準確度也差，因之難以應付田間大量樣品之分析；近年來酵素結合抗體檢定法 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 應用到植物病毒的鑑定上

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1375 號。本研究承行政院農委會 75—農建—7.1—糧—46 (15) 計畫經費補助，謹此致謝。

2. 本所園藝系助理、研究員兼園藝系主任、助理研究員；植病系助理、計畫助理、副研究員。臺灣省　臺中縣霧峰鄉。

，可說是一種極經濟、迅速且準確的方法[12,29]。本試驗乃採用ELISA法來偵測ZYMV、WMV-1、WMV-2、CMV及CGMMV等 五種病毒在本省甜瓜及西瓜上之發生與分佈，希望藉此瞭解瓜類病毒在本省甜瓜和西瓜的危害情形，俾供本省栽培或抗病研究之參考。

材料與方法

一、樣品採集、分類及抗原之製備：

於1985年秋作及1986年春作至本省高屏（高雄、屏東）、雲嘉南（雲林、嘉義、臺南）、臺中（彰化、臺中、南投）、花東（花蓮、臺東）及離島的澎湖等五個地區，採集疑似病毒感染的病葉，每一採集點約15個樣品，採回之樣品依不同瓜類及不同採集區加以分類，並逐一編號，每一樣品約取1公克重，加入5毫升之 0.05 M KPB（potassium phosphate buffer), pH7.4, 之淬取緩衝液，用均質機（Polytron PT 10/35, Kinematica GmbH）打碎後備用。

二、偵測之病毒種類及抗血清來源：

偵測之病毒包括矮南瓜黃化嵌紋病毒（ZYMV）、西瓜嵌紋病毒－1（WMV-1）（目前改稱為papaya ring-spot virus type W, PRV-W 系統[27]，在此仍沿用之）、西瓜嵌紋病毒—2（WMV-2）、胡瓜嵌紋病毒（CMV）及胡瓜綠斑嵌紋病毒（CGMMV）等五種。抗血清除CGMMV 由中興大學植病系葉錫東博士提供，WMV-2由美國佛州大學D. E. Purcifull 教授提供外，其餘三種均由本所植病系製備。在1985年秋作以偵測 ZYMV、WMV-1和CGMMV等三種，1986年春作則包括ZYMV、WMV-1、WMV-2、CMV及CGMMV等五種病毒。有關抗血清中免疫球蛋白（IgG）之純化均仿照Clark與Adams[12]所述之方法進行。

三、樣品偵測及分析：

樣品之偵測係應用 ELISA (double sandwich method)[29]，主要分為四步驟：（1）先將ZYMV、WMV-1、WMV-2、CMV及CGMMV之coating IgG分別稀釋為0.67μg/ml、0.59 μg/ml、0.77μg/ml、0.72μg/ml及0.9μg/ml，並分別定量（200ml/well）加於微量盤中，置於36°C恆溫箱中4～6小時，取出以pH7.4之磷酸緩衝液（phosphate buffer saline-Tween, PBS-T）冲洗三次；（2）加入已製備之抗原（即欲偵測之樣品），每個樣品加兩個穴（wells），且每個微量盤均各加一個已知病毒及健康之抗原當對照，移於 4°C恆溫箱過夜後取出以相同緩衝液冲洗三次；（3）將ZYMV、WMV-1、WMV-2、CMV 和 CGMMV等五種抗血清之conjugated IgG分別加入相關的微量盤中，稀釋濃度依次分別為 1,500倍、1,500倍、500倍、500倍及1,000倍，並移於 36°C 恆溫箱4小時，取出再以相同緩衝液冲洗三次；（4）加入該酵素之反應基質溶液（p-nitrophenyl phosphate substrate solution）後，靜置室溫30～60分鐘，最後以ELISA測讀儀（Bio-Tek, EL310）測其反應吸收值，每個樣品以兩穴之ELISA測讀平均吸收值超過健康汁液讀值兩倍以上者視為正反應（肉眼可見明顯黃色反應），再統計分析樣品感染病毒的種類及不同病毒在不同地區之分佈情形。

結　果

一、1985年秋作甜瓜和西瓜上三種病毒（ZYMV、WMV-1及CGMMV）之發生與分佈：

（一）甜瓜：採集地區包括高屏、雲嘉南及臺中等三個地區，共計17個採集園、 267 個樣品。ELISA 測定結果，其中感染 ZYMV 有143個，WMV-1 有30個，CGMMV 有1個，ZYMV與WMV-1複合感染者有13個，呈負反應者106個（表1），所佔百分比依次分別為53.6、11.2、0.4、4.9及39.7（圖一）。三個地區均以ZYMV感染比率最高，WMV-1次之，CGMMV最少（表2）。

（二）西瓜：採集地區與甜瓜相同，合計10個採集園，121個樣品，其中感染 ZYMV 有61個，

表1. 瓜類病毒在本省甜瓜和西瓜上的發生情形

Table 1. The occurrence of cucurbit viruses on melon and watermelon in Taiwan

期作 Crop	收集樣品數 Samples collected	感染數 No. of samples with						
		ZYMV	WMV-1	WMV-2	CMV	CGMMV	M. I.	N. R.[a]
	甜瓜 Melon							
1985年秋作 1985 Fall	267	143	30	—[b]	—	1	13	106
1986年春作 1986 Spring	343	135	38	0	78	19	23	97
	西瓜 Watermelon							
1985年秋作 1985 Fall	121	61	14	—	—	0	8	54
1986年春作 1986 Spring	352	106	61	1	3	3	36	214

a. ZYMV: zucchini yellow mosaic virus (矮南瓜黃化嵌紋病毒), WMV-1: watermelon mosaic virus-1 (西瓜嵌紋病毒—1), WMV-2: watermelon mosaic virus-2 (西瓜嵌紋病毒—2), CMV: cucumber mosaic virus (胡瓜嵌紋病毒), CGMMV: cucumber green mottle mosaic virus (胡瓜綠斑嵌紋病毒), M. I.: mixed infection (複合感染), N. R.: negative reaction (負反應)。

b. samples without testing. 樣品沒有檢測此病毒。

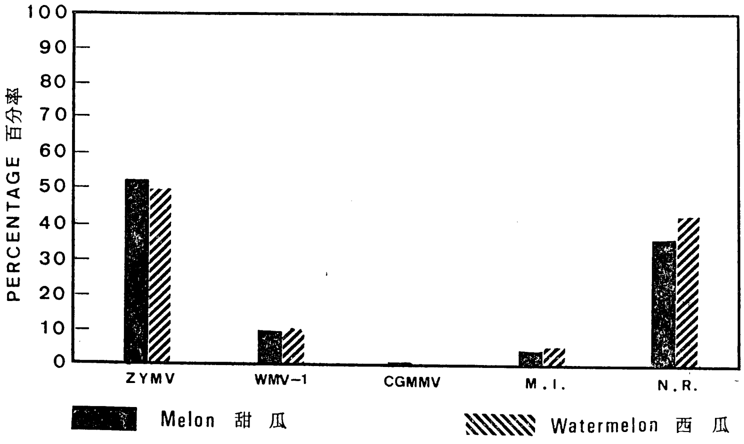


圖1. 三種病毒在1985年秋作之甜瓜及西瓜上的發生率

Fig 1. Percentage of infection of three viruses on melon and watermelon in fall crop, 1985.
ZYMV: zucchini yellow mosaic virus (矮南瓜黃化嵌紋病毒), WMV-1: watermelon mosaic virus-1 (西瓜嵌紋病毒—1), CGMMV: cucumber green mottle mosaic virus (胡瓜綠斑嵌紋病毒), M. I.: mixed infection (複合感染), N. R.: negative reaction (負反應)。

表2. 三種病毒在1985年秋作本省各地區之甜瓜和西瓜上的發生頻率

Table 2. Frequency of three viruses on melon and watermelon from different areas of Taiwan in fall crop, 1985.

地 區 Area	收集樣品數 Samples collected	感染百分率 % of samples with				
		ZYMV	WMV-1	CGMMV	M. I.	N. R.[a]
	甜 瓜 Melon					
高 屏 Kao-Ping	87	65.5	2.3	1.1	1.1	32.2
雲 嘉 南 Yun-Cha-Nan	130	45.4	16.2	0	10	48.5
臺 中 Taichung	50	54	14	0	6	38
	西 瓜 Watermelon					
高 屏 Kao-Ping	46	50	19.6	0	8.7	39.1
雲 嘉 南 Yun-Cha-Nan	73	49.3	6.8	0	5.5	49.3
臺 中 Taichung	2	100	0	0	0	0

a ZYMV: zucchini yellow mosaic virus (矮南瓜黃化嵌紋病毒), WMV-1: watermelon mosaic virus-1 (西瓜嵌紋病毒—1), CGMMV: cucumber green mottle mosaic virus (胡瓜綠斑嵌紋病毒), M. I.: mixed infection (複合感染), N. R.: negative reaction (負反應)。

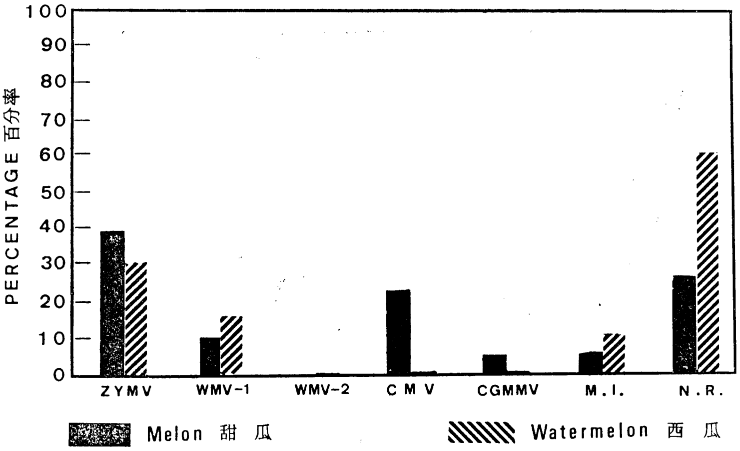


圖2. 五種病毒在1986年春作之甜瓜及西瓜上的發生率

Fig 2. Percentage of infection of five viruses on melon and watermelon in spring crop, 1986.
ZYMV: zucchini yellow mosaic virus (矮南瓜黃化嵌紋病毒), WMV-1: watermelon mosaic virus-1 (西瓜嵌紋病毒—1), WMV-2: watermelon mosaic virus-2 (西瓜嵌紋病毒—2), CMV: cucumber mosaic virus (胡瓜嵌紋病毒), CGMMV: cucumber green mottle mosaic virus (胡瓜綠斑嵌紋病毒), M. I.: mixed infection (複合感染), N. R.: negative reaction (負反應)。

表3. 五種病毒在1986年春作本省各地區之甜瓜和西瓜上的發生頻率

Table 3. Frequency of five viruses on melon and watermelon from different areas of Taiwan in spring crop, 1986.

地　區 Area	收集樣品數 Samples collected	感染百分率 % of samples with						
		ZYMV	WMV-1	WMV-2	CMV	CGMMV	M. I.	N. R[a]
	甜　瓜 Melon							
高　屏 Kao-Ping	8	0	12.5	0	0	0	0	87.5
雲嘉南 Yun-Cha-Nan	125	47.2	4.8	0	10.4	15.2	5.6	28.8
臺　中 Taichung	68	63.2	27.9	0	0	0	16.2	25
花　東 Hwa-Tung	89	38.2	15.7	0	24.7	0	5.6	27
澎　湖 Penghu	53	0	0	0	81.1	0	0	18.9
	西　瓜 Watermelon							
高　屏 Kao-Ping	85	24.7	16.5	1.2	2.4	2.4	9.4	61.2
雲嘉南 Yun-Cha-Nan	79	15.2	11.4	0	0	0	1.3	74.7
臺　中 Taichung	80	87.5	36.3	0	0	0	33.8	10
花　東 Hwa-Tung	101	2.9	8.9	0	0	1	0	87.1
澎　湖 Penghu	7	0	0	0	14.3	0	0	85.7

a ZYMV: zucchini yellow mosaic virus (矮南瓜黃化嵌紋病毒), WMV-1: watermelon mosaic virus-1 (西瓜嵌紋病毒—1), WMV-2: watermelon mosaic virus-2 (西瓜嵌紋病毒—2), CMV: cucumber mosaic virus (胡瓜嵌紋病毒), CGMMV: cucumber green mottle mosaic virus (胡瓜綠斑嵌紋病毒), M. I.: mixed infection (複合感染), N. R.: negative reaction (負反應)。

WMV-1有14個，CGMMV未測到，ZYMV與WMV-1複合感染者有8個，負反應者54個(表1)，所有佔百分比分別爲50.4、10.7、0、6.6及44.6 (圖一)。三個地區均以ZYMV感染率最高，WMV-1次之，除臺中區外均有ZYMV與WMV-1之複合感染發生 (表2)。

二、1986年春作甜瓜和西瓜上五種病毒 (ZYMV、WMV-1、WMV-2、CMV及CGMMV) 之發生與分佈：

(一) 甜瓜：採集地區包括高屏、雲嘉南、臺中、花東及澎湖等地，共計29個採集園，343個樣品 (包括37個越瓜樣品)，其中感染ZYMV者有135個，WMV-1有38個，CMV有78個，CGMMV有19個，複合感染者23個，呈負反應者97個(表1)，所佔百分比分別爲39.4、11.2、22.7、5.5、6.7及28.3 (圖2)。雲嘉南、臺中及花東三地區以感染ZYMV最高，澎湖地區主要爲CMV；在花東區CMV感染比例亦相當高，僅次於 ZYMV，而臺中地區

WMV-1 感染率僅次於 ZYMV，此次高屏區採樣少且僅測到 WMV-1 。複合感染仍以ZYMV與WMV-1比例最高，並測得少數由 WMV-1、CMV與 CGMMV三病毒複合感染者（表 3）。另在雲嘉南區的一個採集園（臺南縣佳里鎮），共採22個甜瓜樣品其中19個對CGMMV抗血淸有反應，感染的CGMMV比例高達86%。

（二）西瓜：採集區同甜瓜，共有27個採集園，352個樣品，其中感染 ZYMV者有106個，WMV-1有61個，WMV-2有1個，CMV和CGMMV各有 3 個，複合感染者36個及無反應者214個（表1），所佔百分比分別為 30.1、17.3、0.3、0.9、0.9、10.2及60.8（圖2）；高屏、雲嘉南及臺中等三地區偵測結果和秋作類似以感染 ZYMV 為最多， WMV-1 次之，而CMV、WMV-2 或CGMMV僅在高屏區測到，且所佔比例很低。花東區以感染 WMV-1為最高，ZYMV次之。澎湖所採樣品少且僅測到CMV（表 3）。

討 論

調查瓜類病毒危害甜瓜和西瓜的情形，以ZYMV發生最普遍且嚴重。 ZYMV是屬馬鈴薯Y羣（potyvirus）病毒，為1981年Lisa等[19] 在義大利所鑑定。本病毒主要以感染瓜類為主，可經由蚜蟲傳播[21]。雖然它是近年來才發現的新病毒，但蔓延很快，分佈範圍很廣，在歐洲[19]，美國[25]，中東[13,18]，日本[26]和臺灣[5]均有發生的報導。根據Nameth等[23]及 Zitter[33]報告，ZYMV為害甜瓜、西瓜或南瓜，往往造成罹病植株發育不良、心部黃化、果實畸形或開裂等病徵，嚴重影響果實品質與產量。從田間觀察秋作甜瓜及春作西瓜的幾個採集園，就是因 ZYMV嚴重危害，而造成全園廢耕，致農民損失慘重。在本省，由於無明顯的冬天，瓜類作物一年四季均有種植，病毒寄主到處存在，媒介蚜蟲全年發生，可能助長 ZYMV在本島甜瓜和西瓜上的快速蔓延。相反地，本省花東地區可能因中央山脈為屏障發生較少，澎湖島有海峽與臺灣本島相隔，至目前尚無 ZYMV發生。本所園藝系曾進行四十餘種甜瓜抗ZYMV病毒篩選，結果發現本省現有之甜瓜栽培品種均不抗 ZYMV（未發表資料），這可能也是本省在甜瓜上發生普遍的原因之一。

Nameth等[23] 指出，利用反光塑膠布覆蓋地面，可減少外來蚜蟲密度，進而減少病毒感染的機會。在臺南地區栽培之洋香瓜，採用反光塑膠布覆蓋及透明塑膠布作成隧道式栽培，不但可在冬季保溫禦寒提早成熟採收，且從數個園調查結果發現在同一地區中，隧道式栽培比一般露地栽培的病毒發生頻率低。進一步採樣分析結果發現病毒種類也較單純，從供試的洋香瓜樣品中，僅測到 ZYMV感染。

Webb等[30]依寄主的差異與血淸類緣特性將WMV分為WMV-1和WMV-2。Lovisolo[20]依地理的分佈畫分，認為WMV-2在溫帶地區發生較多，而WMV-1則在熱帶及亞熱帶地區較為普遍。從本次調查近七百個樣品（甜瓜和西瓜）中，僅發現一個樣品與WMV-2抗血淸有反應，但WMV-1感染比例却很高。本省地處亞熱帶型氣候，病毒相的發生與 Lovisolo[20]報告者相符合。此外，不同地區或不同時期病毒種類之發生亦有不同[31]。從近二十五年（1959～1984年）來加州地區病毒發生情形調查，栽培時期或品種的改變，病毒種類之發生亦有所改變[16,21,22]。在本省，先前從西瓜或甜瓜上均分離到WMV[4,9]，且危害普遍[3,7,10]。然目前則以ZYMV最為嚴重，或許栽培時期或品種的改變，病毒相亦會隨之改變。

CMV 為一種發生極為普遍的病毒，在自然界中至少有85科775種植物可被感染[20]。 Grogan等[16]及Poolpol等[24]謂CMV危害甜瓜不但很普遍且嚴重。由結果顯示，CMV危害本省甜瓜以西部地區（高屏、雲嘉南和臺中）較輕，東部（花東區）及澎湖地區較嚴重，尤其是澎湖地區所採的樣品均以感染CMV為主。楊[8]和鍾[10]指出胡瓜受到WMV和CMV兩種病毒感染後，由於植株體內WMV之病毒含量較CMV高，會抑制CMV在植株體內的增殖。 CMV為害本省的西瓜比例少，可能是西瓜植株受到ZYMV或WMV-1感染後，CMV在植株體的濃度降低，影響 ELISA 偵測，或西瓜品種對

CMV較具抗（耐）病性之故[26]。

CGMMV危害僅限於葫蘆科作物，除藉機械或種子等方式傳播外，尚未發現媒介昆蟲傳播[11,19]。在日本，CGMMV曾造成甜瓜重大危害[32]。但在本省除臺南佳里一個地區所採的樣品測出高達86%的罹病率外，其他地方之甜瓜幾乎未發現CGMMV危害。小室康雄[11]認爲感染日本甜瓜的CGMMV病毒，是由印度經帶毒種子傳入。據觀察佳里地區栽培之甜瓜是日本品種，CGMMV是否由日本經種子帶毒而傳播或是本品種易罹CGMMV，尚不得而知。不同作物可以分離出不同的CGMMV病毒系統（Strain）[19]。Yashida等[32]利用瓊脂擴散法發現從甜瓜所分離之CGMMV系統與由西瓜分離之系統具相近之血清類緣關係，但與由胡瓜分離之系統則不具血清類緣關係。王等[2]亦指出由扁蒲分離之CGMMV系統和由西瓜分離之系統有血清類緣關係，但不感染西瓜。許等[6]報告從扁蒲分離而得之CGMMV所製作之抗血清，利用ELISA法偵測扁蒲樣品，發現扁蒲感染CGMMV的比例很高，而在其他瓜類偵測的比例很低。是否因CGMMV系統不同所造成，或（品）種間具有不同的耐病所致，將有待進一步研究。

此次調查37個越瓜（oriental pickling melon），發現病毒的感染率比甜瓜低，除ZYMV的感染比例和甜瓜一樣很高外，原有病毒僅發現WMV-1一個病例，其餘之CMV、WMV-2及CGMMV均無發現。Enzie[15]也指出越瓜是一篩選抗病的好材料。而甜瓜和越瓜可相互雜交並具有雜種優勢（未發表資料）；將越瓜的抗病基因導入甜瓜中，或許是未來甜瓜抗病育種之可行的途徑之一。

不論甜瓜或西瓜，田間複合感染的比例頗高，但仍以ZYMV與WMV-1兩種病毒爲主。此項結果與最近許等[6]報告本省六種瓜類感染病毒的情形相似。此外，不論秋作或春作，部分疑似病毒感染之樣品與供試的五種病毒抗血清呈負反應的比例頗高。另筆者等最近由花蓮、雲林等地採得50個疑似由病毒所引起的「翹尾」樣品，但對供試之五種病毒抗血清則呈負反應。番茄及豆類受到殺草劑危害有疑似病毒感染的表徵分現[14]；南瓜缺硼（boron）也會有類似病毒引起的病徵[28]。這些呈負反應的樣品，是否由其他新的病毒所引起，或殺草劑危害或營養問題所造成，將有待今後進一步研究與探討。

引用文獻

1. ________・1986・臺灣農業年報。臺灣省政府農林廳編印。
2. 王雙明、陳脈紀・1985・胡瓜綠斑嵌紋病毒之扁蒲新系統。植保會刊27（2）：105～110
3. 吳文希・1969・臺灣西瓜嵌紋病的檢定及生態研究。國立臺灣大學、植物病蟲研究所、碩士論文，59pp.。
4. 李達人・1981・臺灣西瓜嵌紋病病原分離、純化與血清反應之研究。國立中興大學、植物病理研究所、碩士論文，56pp.。
5. 許秀惠、王惠亮、黃秋雄・1985・矮南瓜（Zucchini）黃化嵌紋病毒之分離與鑑定。中華農業研究34（1）：87～95。
6. 許秀惠、黃秋雄、張清安、楊偉正、蕭吉雄、張有明・1987・五種瓜類病毒在本省六種葫蘆科作物上之發生與分佈。植保會刊29：233—244。
7. 郭孟祥、柯勇、陳滄海・1979・瓜類毒素病防治之研究—礦物油防治之效果。植保會刊21（4）：446～447。
8. 楊偉正・1985・胡瓜五種主要毒素病之抗病篩選及其遺傳研究。國立中興大學、園藝研究所、碩士論文，114pp.。
9. 鄭德源・1978・綠皮香瓜嵌紋病原、毒素之分離及其組織學上之研究。國立中興大學、植物病理研究所、碩士論文，99pp.
10. 鍾淑貞・1972・臺灣胡瓜嵌紋病之研究。國立臺灣大學、植物病蟲研究所、碩士論文，46pp.。
11. 小室康雄・1973・野菜ウイルス。誠文堂、新光社，350pp.
12. Clark, M. F. and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34：475—483.

13. Davis, R. F. 1986. Partial characterization of zucchini yellow mosaic virus isolated from squash in Turkey. Plant Disease. 70(8) : 735-738.
14. Dermott, W. 1981. Diagnosis of herbicide damage to crops. 70pp. Chemical Publishing, Inc. New York. U. S. A.
15. Enzie, W. D. 1943. A source of muskmelon mosaic resistance found in the oriental pickling melon, *Cucumis melo* var. conomon. Proceeding of the American Society for Horticultural Science. 43 : 195-198.
16. Grogan, R. G., Hall, D. H. and Kimble, K. A. 1959. Cucurbit mosaic viruses in California. Phytopathology. 49 : 366-367.
17. Komuro, Y., Tochihara, H., Fukatsu, R., Nagai, Y. and Yonegama, S. 1971. Cucumber green mottle mosaic virus (watermelon strain) in watermelon and it's bearing on deterioration of watermelon fruit known as "Konnyaku" disease. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 37 : 34-42.
18. Lesemann, D. E., Makkouk, K. M., Korning, R. and Samman, E. N. 1983. Natural infection of cucumbers by zucchini yellow mosaic virus in Lebanon. Phytopath. Z. 108 : 304-313.
19. Lisa, V., Boccardo, G., D'Agostino, G., Dellavalle, G. and D'Aquino. 1981. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology. 71 : 668-672.
20. Lovisolo, O. 1981. Virus and viroid disease of cucurbits. Acta Horticulturae. 88 : 33-82.
21. Milne, K. S., Grogan, R. G. and Kimble , K. A. 1969. Identification of viruses infecting cucurbits in California. Phytopathology. 59 : 819-828.
22. Nameth, S. T., Dodds, J. A., Paulus, A. O. and Kishaba, A. 1985. Zucchini yellow mosaic virus associated with severe disease of melon and watermelon in southern California desert valleys. Plant Dis. 69 : 785-788.
23. Nameth, S. T., Dodds, J. A., Paulus, A. O. and Laemmlen, F. F. 1986. Cucurbit viruses of California : An ever-changing problem. Plant Dis. 70(1) : 8-11.
24. Poolpol, P. and Inouye, T. 1986. Enhancement of cucumber mosaic virus multiplication by zucchini yellow mosaic virus in doubly infected cucumber plants. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 52 : 22-30.
25. Provvidenti, R., Gonsalves, D. and Humaydam, H. S. 1984. Occurrence of zucchini yellow mosaic virus in cucurbits from Connecticut, New York, Florida, and California. Plant Dis. 68(5) : 443-446.
26. Provvidenti, R. 1986. Viral disease of cucurbits and sources of resistance. Food & Fertilizer Technology Center. technical bulletin . No. 93.
27. Purcifull, D., E. Hiebert and J. Edwardson. 1984. Watermelon mosaic virus 2. CMI/AAB Descriptions of Plant Virus. No. 293. (Taiwan).
28. Robinson, J. B. D. 1984. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 2. Vegetables. 96pp. Chemical Publishing, Inc. New York. U. S. A.
29. Voller, A., Bartlett, A., Bidwell, D. E., Clark, M. F. and Adams, A. N. 1976. The detection of viruses by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). J. Gen. Virol. 33 : 165-167.
30. Webb, R. E. and Scott, H. A. 1965. Isolation and identification of watermelon mosaic virus 1 and 2. Phytopathology. 55 : 895-900.
31. Webb, R. E., Bohn G. W. and Scott, H. A. 1965. Watermelon mosaic virus 1 and 2 in southern and western cucurbit production areas. Plant Disease Reporter. 49(6) : 532-535.
32. Yashida, K., Goto, T., Nemoto, M. and Tsuchizaki, T., 1980. Five viruses isolated from melon (*Cucumis melo* L.) in Hokkaido. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 46 : 339-348.
33. Zitter, T. A. 1986. New virus threatens cucurbits. American Vegetable Grower. 34(5) : 13-17.

The Occurrence and Distribution of Five Cucurbit Viruses on Melon and Watermelon in Taiwan[1]

Y. M. Chang, C. H. Hsiao, W. Z. Yang, S. H. Hseu,
Y. J. Chao and C. H. Huang[2]

Summary

The occurrence of five cucurbit viruses on melon and watermelon in major production areas of Taiwan were detected by direct-ELISA tests. In fall crop of 1985, leaf samples showing mosaic-like symptoms were collected from Kao-Ping (Kaohsiung-Pintung), Yun-Chia-Nan (Yunlin-Chiayi-Tainan) and Taichung (Taichung- Changhwa-Nantou) to test for the incidence of zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), watermelon mosaic virus-1 (WMV-1) and cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV). The results showed that, among 267 melon and 121 watermelon samples, ZYMV was the most prevalent , followed by WMV-1, and CGMMV was rare. All samples detected with mixed infection were caused by ZYMV and WMV-1. In spring crop of 1986, areas under survey were extended to Hwa-tung (Hwalien-Taitung) area , an eastern part of Taiwan, and Penghu island, a small island about 60 kilometers away from the west coast of Taiwan. Similar ELISA was again performed but watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) and cucumber mosaic virus (CMV) were further included in this survey. Among 343 melon samples(including 37 oriental pickling melon), ZYMV gave the highest incidence rate, followed by CMV. WMV-1 and CGMMV. No samples were found infected by WMV-2. The results of assay of 352 watermelon samples, ZYMV again was the most prevalent, next by WMV-1, while other viruses were rare. Interestingly, samples of melon and watermelon collected from Penghu island when detected with virus infection were all caused by CMV, In both surveys, there were high percentages of samples carried mosaic-like symptoms but unreacted to the five antisera used. The reasons may be some samples are caused by misuse of herbicide or nutrient deficiency, and some are due to new virus and/or viruses.

(Key words: melon, watermelon, cucurbit viruses, field survey, ELISA, ZYMV, WMV-1, WMV-2, CMV, CGMMV.)

---

1. Contribution No. 1375 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by the Council of Agriculture, Executive Yuan. R. O. C.
2. Respectively, Research Assistant, Senior Horticulturist and Head, and Assistant Horticulturist of Department of Horticulture; Research Assistant, Project Employee and Plant Pathologist of Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36(4)：398～405（1987）

藥劑 Techlofthalam 對水稻白葉枯病之抑制效果及水稻產量影響之探討[1]

廖英明　簡錦忠[2]

摘要：在室內以液體稀釋法測定 10% Techlofthalam 及 Oryzamate 之藥效，結果顯示 Techlofthalam 對水稻葉枯病菌之防治效果較好。在田間，以剪葉接種及噴霧接種法比較此二種藥劑在1,000倍及2,000倍之防治效果時發現 10% Techlofthalam 1000ppm 較具防治效果，其在剪葉接種時對抑制病斑擴展有72%之效果，在噴霧接種時則有59%之防治效果。施用 10% Techlofthalam 1,000 倍時，與對照區比較可減少產量損失，在剪葉接種法可減少損失4.6%，噴霧接種法則可減少損失3.1%。而千粒重及稔實率方面，施藥區均比對照區爲高。雖然本藥劑無法防止病害發生，但可抑制病斑的擴展。若不施藥而以剪葉及噴霧法接種病原菌時，發現產量損失爲15.9%及 9.6%，若又不接種病原菌而僅行剪葉及噴霧操作時則損失產量分別爲3.2%及7.8%，本藥劑可作爲抑制白葉枯病蔓延的藥劑而不影響水稻的生長或產生藥害。

稻白葉枯病在本省水稻栽培期常造成嚴重影響，尤其是第二期水稻之栽培，且有擴大爲害的趨勢(3,4)。本病菌在菲律賓、日本、韓國、中國大陸均存在不同菌系，本省亦有菌系問題存在(1)，因此在防治上頗爲困難。本病害之防治過去曾使用銅劑、碘劑、抗生素劑、及利用噬菌體等防治方法，均有不同程度的效果。但 Wakimoto 氏等(11)發現使用抗生素 Streptomycin 時，縱使將濃度提高到 1,000ppm，而受測之23個菌株中仍有16個可存活，因此抗生素只會提高其耐藥性而沒有防治效果。到目前爲止，並無特別有效的防治方法，此一則由於本病菌之菌系分佈廣(7)，易產生抗藥性菌株，如抗生素之使用即爲一例。一則爲其寄主範圍廣，不易澈底滅除，因此最好的方法是利用抵抗性水稻品種，Mew(9,10) 發現當水稻葉身展開後其發病程度低，且不同品種對不同的菌株也有不同的抵抗性，即水稻本身存在有抵抗性因子(2)。可惜本省對其抵抗性因子尚無資料，因此選擇藥劑來抑制本病之擴展爲當務之急。

本省推廣之藥劑中僅有６%撲殺熱粒劑（Oryzamate）一項，而目前已知其已無法有效地抑制白葉枯病菌之變異趨勢，因此開發新的藥劑是必要的。10% Techlofthalam W. P.（以下簡稱 Techlofthalam）在日本爲防治白葉枯病之重要藥劑，對不同菌系及水稻品種或地區均有顯著的效果。因此本試驗即以本藥劑來探討其對本省之白葉枯病之防治效果，及對產量之影響，作爲本病害防治之參考。

材料與方法

一、供試藥劑：10% Techlofthalam W. P. 由中國化學製藥公司提供，本劑爲近白色之微細

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1376 號。

2.本所植物病理系助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

粉末。對照藥劑 6 %撲殺熱粒劑 (Oryzamate) 則由市面買得。

二、供試水稻：臺農67號，本品系爲目前本省栽培面積較多之品種，按一般栽培方式管理，並酌加氮肥以促進發病。

三、供試病原菌：以604號菌株爲接種源，本菌株保存於農業試驗所，來源爲中央研究院。

四、室內防治效果試驗：由於固體培養基易受藥劑擴散能力及其可能與培養基產生反應之影響，因此本試驗採用液體稀釋法，來防止此項缺點，此種抑制效果可由分光光度計測定其混濁度而加以確定。將細菌體 (濃度爲10^7～10^8 cells/ml)1ml 移入 10ml 之 Wakimoto's liquid medium 中，同時將各種不同濃度之藥劑分別加入，調整其濃度爲 4,000，2,000，1,000，500及 250ppm，於 32°C 下培養 2 天，然後在 600nm 下測定其混濁度，以檢查各種藥劑之抑制能力。爲了明瞭加入藥劑後培養液所殘存的細菌數目，利用連續稀釋平板法來計算其菌落數目，而得知在培養液中之活菌數目。

五、田間防治效果測定：在水稻栽培田，依一般方法管理，每處理小區爲 0.1公畝 ($10m^2$)，隨機排列，重復四次。並以表 1 方式處理：

(1) 接種及施藥時間及方法：病原菌株 604，由保存於低溫 PSA 培養基中取出，並劃線於 Wakimoto's medium 平板，選取單菌落再於同樣培養基之斜面試管中增殖，培養 48 小時後，分別再劃線於相同斜面培養基，再經48小時培養後，各試管以 10ml 之無菌水加入，用移殖針作成細菌懸浮混合液，均勻倒入燒杯中，以供接種用。

(2) 第一、第五處理 (代號 1 、 5) ：在抽穗前30天施用一次 (插秧後40天) ，施藥時水田保持 3 ～ 5 公分深，並維持 4 ～ 5 天，小區間以塑膠板分隔之。

(3) 第二、第三、第六、及第七處理 (代號 2 、 3 、 6 及 7) ：病原菌接種前一天行第一次施藥 (約插秧後49天) ，再過 7 天行第二次施藥，以人力噴霧機撒佈。

表1. 本試驗之藥劑濃度及處理方法

Table 1. Treatments of chemical compounds on rice field for control *Xanthomonas compestris* pv. *oryzae*

處理代號 Treatment	藥劑名稱 Chemicals	用量 Dosage	濃度(ppm) Concentration	接種方法 Inoculated method
1	6% Oryzamate	30公斤／公頃本田使用	—	剪葉接種
2	10% Techlofthalam	1公斤／公頃	1,000	剪葉接種
3	10% Techlofthalam	0.5公斤／公頃	500	剪葉接種
4	不施藥，但接種	—	—	剪葉接種
CK(C)	不施藥，不接種僅行剪葉操作	—	—	剪葉接種
5	6% Oryzamate	30公斤／公頃本田使用	—	噴霧接種
6	10% Techlofthalam	1公斤／公頃	1,000	噴霧接種
7	10% Techlofthalam	0.5公斤／公頃	500	噴霧接種
8	不施藥，但接種	—	—	噴霧接種
CK(S)	不施藥，不接種僅行噴霧操作	—	—	噴霧接種
CK	一般栽培管理			

(4) 第一至第四及 CK (C) 處理以剪葉法接種，剪葉時係於葉尖向下之 $\frac{1}{4}$ 葉身處剪葉，但 CK (C) 不接種病原菌而僅行剪葉之操作。第五至第八至 CK (S) 處理係在傍晚時，一人拿竹掃帚製造傷口，後面一人隨之以人力噴霧機噴洒病原菌，但CK (S) 則僅行傷口處理，而不接種病原菌。

並以一般栽培之0.1公畝水稻爲對照（CK）。

六、藥效調查：於剪葉法接種後20天及成熟期（第35天）各調查一次，除分別量取病斑長度外，並依下列調查基準記錄：A，無病徵；B，病斑長度爲葉片之1公分以內；C，病斑面積小於葉片之$\frac{1}{4}$；D，病斑面積爲葉片之$\frac{1}{2}$～$\frac{1}{4}$；E，病斑面積大於葉片之$\frac{1}{2}$；F，病斑擴展至葉梢。

$$發病率（\%）=\frac{1B+3C+5D+7E+9F}{9\times 總調查葉數}\times 100$$

每小區選定40欉水稻，每欉選出5支，而每支調查自劍葉或最高葉起3葉，調查其發病率。並由經接種後各處理之發病率求得防治率，

$$即防治率=\frac{不施藥處理之發病率-施藥處理後之發病率}{不施藥處理之發病率}。$$

七、藥害調查：每次施藥後5天調查，並以下列基準判別藥害之發生情形。0：無藥害，微：出現藥斑（1mm 以內），輕：藥斑佔葉面積$\frac{1}{4}$以下，中：藥斑極多，佔葉面積$\frac{1}{2}$以上，重：已枯死。如因施藥而導致生長不正常時，亦予記錄。

八、產量調查：將各小區四周之一行除外，收割中央部份，稱其生谷重，並經曝晒後稱其乾谷重量及千粒重，並以變方分析檢定其顯著性。另調查其稔實率，該項是由乾谷之風篩重量與風篩前重重相比而得。

結 果

一、室內液體稀釋法之藥效測定：將不同濃度之藥劑與白葉枯病菌混合培養於 Wakimoto's liq-

表2. 各種藥劑於 600nm 下以混濁度比較白葉枯病菌之生長情形

Table 2. Turbiditric assessment of the qualitative effect of some bacteriocides on the growth of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* at 600nm

藥 劑 Chemical	濃 度 Concentration (fold)				
	250	500	1,000	2,000	4,000
6% Oryzamate	0.045	0.075	0.105	0.185	0.205
10% Techlofthalam	0.010	0.020	0.025	0.030	0.050
CK	1.150				

表3. 利用吸光度及菌落計數法比較不同濃度時 10% Techlofthalam 之殺菌效果

Table 3. A comparison on bacteriostatic activity of different concentrations of Techlofthalam by the absorbance and true counts of bacterium

濃 度 Concentration (fold)	吸 光 度 Abosorbance at 600nm	菌 落 形 成 數 Colony-forming units (cfu/ml)
4,000	0.050	2.5×10^{7}
2,000	0.030	6.0×10^{5}
1,000	0.025	4.0×10^{4}
500	0.020	2.0×10^{3}
250	0.010	1.0×10^{2}
CK	1.150	8.0×10^{11}

iud medium 中，於 32°C 培養2天後測其混濁度，發現 10% Techlofthalam 在 1,000 及500倍時對細菌之抑制能力均優於 Oryzamate，且在250倍時，Techlofthalam 之處理由分光光度計僅能測到極微弱之濃度（表2、表3）。

二、發病程度調查：調查水稻葉片，並以剪葉法之平均葉片長度26公分，噴霧法之平均葉片長度40.5公分計算，依照發病率調查方法，求得各處理之平均發病率，調查時間分別爲接種後20天及35天，共二次。結果發現各處理之發病率隨著接種時間而增加，在第一次調查以以處理六（(10% Techlofthalam 1000倍，噴霧法）效果最好，到了第二次調查以處理二最優 (10% Technlofthalam 1000，剪葉法），而 Oryzamate 則無防治效果（處理一及處理五），其原因不明，仍需作進一步

表4. 接種20天後第一次調查葉枯病之發病率（%）

Table 4. The first survey of infection percentage (%) from bacterial blight of rice which pathogen were inoculated for 20 days

處理 Treatment	重複 Duplicate				平均 Mean
	I	II	III	IV	
1	17	20	20	15	18.0
2	7	8	7	6	7.0
3	6	7	7	5	5.8
4	15	19	18	18	17.5
5	10	10	11	10	10.3
6	5	2	3	3	3.3
7	3	5	4	3	3.8
8	10	12	8	10	10.0

*詳細處理內容見表1、The detail according to table 1.

表5. 接種35天後之第二次調查白葉枯病之發病率（%）

Table 5. The 2nd survey of infection percentage from bacterial blight of rice which pathogen were inoculated for 35 days.

處理* Treatment	重複 Duplicate				平均 Mean	顯著性 Significantly differ in		防治率 Control (%)
	I	II	III	IV		1 %	5 %	
1	43	40	45	37	41.3	d	c	0
2	13	11	12	9	11.3	a	a	72
3	17	18	20	20	18.0	b	a	54
4	42	43	42	37	41.0	d	c	—
5	28	30	31	28	29.3	c	b	2
6	11	11	14	13	12.3	a	a	59
7	18	19	18	17	18.0	b	a	40
8	30	27	31	31	29.8	c	b	—

*詳細處理內容見表1、The detail according to table 1.

試驗。各處理之防治率由 2～72%，但仍以 10% Techlofthalam 1000 倍之處理爲優，且均優於 Oryzamate 之處理（表 4 、表 5）。

三、產量調查：各小區四周之一行除外，按一般收割操作，分別稱其生谷重量及乾重量，爲方便計，並換算成 0.1公畝之實際產量。發現處理一及五與不施藥者比較，產量有降低的現象。而處理二、四、六與七則產量增加。但若與僅行處理操作之 CK (S) 及 CK (C) 比較，則產量減少。由表六可知當使用 10% Techlofthalam 1000 倍時，與對照區比較（處理四、八）比較，則剪葉接種法可減少產量損失 4.6%（亦即 $\frac{CK(C)-\text{處理}2}{CK(C)}=\frac{4887-4334}{4887}=11.3\%$，而 $\frac{CK(C)-\text{處理}4}{CK(C)}=\frac{4887-4109}{4887}=15.9\%$，二者比較15.9%－11.3%＝4.6%），同理噴霧接種法可減少3.1%之損失。但若與 CK (C) 及 CK (S) 比較時，施行接種而不施藥時，則損失產量分別爲 15.9%及 9.6%（亦即噴霧接種法（CK(S)）時，$\frac{CK(S)-\text{處理}8}{CK(S)}=\frac{4653-4208}{4653}=9.6\%$，剪葉接種法（CK(C)）時 $\frac{CK(C)-\text{處理}4}{CK(C)}=\frac{4887-4109}{4887}=15.9\%$。）當檢討僅行剪葉法或噴霧法操作對產量之影響時發現，剪葉法操作使產量減少 3.2%。（亦即 $\frac{CK-CK(C)}{CK}=\frac{5049-4887}{5049}=3.2\%$）。同理噴霧操作所造成之傷口可使產量減少 7.8%。（亦即 $\frac{CK-CK(S)}{CK}=\frac{5049-4653}{5049}=7.8\%$）。

表6. 不同藥劑處理對水稻產量之影響（$g/10m^2$）

Table 6. Affect of several treatment on the yield of rice

處理* Treatment	重複 Duplicate I	II	III	IV	平均 Mean	顯著性 Significantly differ in 1 %	5 %
1	3,528	3,696	3,390	3,642	3,564	a	b
2	4,176	4,554	4,194	4,140	4,334	c	a
3	4,140	4,392	4,320	3,996	4,212	b	a
4	3,888	4,284	4,286	3,978	4,109	b	a
5	3,120	3,456	3,336	3,228	3,285	a	b
6	4,284	4,032	4,320	4,770	4,352	c	a
7	4,248	4,104	4,482	4,464	4,325	c	a
8	4,104	4,464	4,248	3,924	42.8	b	a
CK(C)	4,754	5,029	4,919	4,846	4,887	d	c
CK(S)	4,527	4,712	4,684	4,688	4,653	d	c
CK	5,002	5,035	5,076	5,083	5,049	e	d

*詳細處理內容見表 1 、The detail according to table 1.

四、其他性狀調查：將收穫之生谷進行乾燥，當達標準程度（含水量 13～14 %）時，稱其乾重量，而求得篩前及篩後之重量，由此求得淨重 (net weight) 與毛重 (gross weight) 之比值，結果顯示一般均在 0.91～0.93，但處理一及處理五則降爲 0.82～0.83。另取各處理稱其千粒重，則在 24.5～25.9 (g/1000 粒)，但處理一及處理五仍偏低，僅爲24.2～24.3 (g/1000 粒)，又在不同時

期調查均無藥害發生（表7）。

表7. 其他性狀之調查

Table 7. Investigation of some other charactristics

項目 Item	處理 Treatment										
	1	2	3	4	5	6	7	8	CK(C)	CK(S)	CK
千粒重（g/1000粒） 1000-grain weight (g)	24.2	25.9	25.2	24.9	24.3	24.9	24.6	24.5	25.6	25.8	25.8
篩前重量（g/10m²） wt. before sieve	4,346	4,660	4,529	4,418	3,958	4,680	4,601	4,624	5,199	5,003	5,371
篩後重量（g/10m²） wt. after sieve	3,564	4,334	4,212	4,109	3,285	4,352	4,325	4,208	4,887	4,653	5,049
淨重(net weight) / 毛重(gross weight)	0.82	0.93	0.93	0.93	0.83	0.93	0.94	0.91	0.94	0.93	0.94
藥害 damage	無	無	無	—	無	無	無	—	—	—	—

討論

由於水稻白葉枯病爲一重要病害，因此目前急於去防治，而一般使用之抗生素，因其易產生抗性菌株，故不值得長期使用。而最有效的方法爲栽培抵抗性品種，但抵抗性品種之育成需要長期之研究，故藥劑之選拔爲一種暫時性的方法。而由於本省之白葉枯病菌存在有不同之病原型，所以在防治上更加困難，本研究僅以存在較普遍且爲害較嚴重之 604菌株爲對象來探討藥劑之防治效果，以後應再加入其他病原型之菌株。由本項試驗可知，過去使用之藥劑已無法有效的來抑制本病害之發生與擴展。而甚至對產量會造成減產現象，是否試驗方法有誤或其他原因，均需進一步去探討。本試驗所使用之藥劑 Techlofthalam 則可抑制本病害之擴展，但尚無法完全抑制。本病之發生在高溫下進展快，而傷口即是其主要侵入感染的部位，守中氏等（5、6、7）曾指出在接種時濃度應在10^8～10^9cells/ml，而且最好在黃昏時接種，因此本試驗均依照此方法進行，效果也很好。當以剪葉接種時，觀察20天後發現病斑擴展很快，而噴霧接種則較慢，繼續觀察到第35天時，仍以剪葉接種爲快，但防治率方面則以剪葉接種法比噴霧接種法爲高。產量方面，每0.1公畝之產量由 3,285g到4,352g相差極大，其中處理五（oryzamate）造成產量上之減產，其原因未明。不管是對照藥劑或本試驗所使用之藥劑，均不會造成藥害之發生。千粒重範圍在 25.9～24.2 g/1000粒相差不大，淨重與毛重比值以處理一及處理五最差，僅爲0.82%及0.83%，而其他處理均在0.91～0.94。一般而言，無論是噴霧接種法或剪葉接種法，對試驗之結果及產量上差異不大，亦即採用二種接種方法可達到試驗的目的。

總之，10% Techlofthalam 爲一種可抑制水稻白葉枯病病勢擴展之藥劑，但無法完全抑制病害之發生。由於其具有抑制病斑擴展的效果，因此在產量損失上可減少，當然使用此藥劑爲一種暫時性之方法，仍需與抗病育種工作互相配合。

參考文獻

1.廖英明、簡錦忠，1982、水稻白葉枯病菌病原型之研究、中華農業研究31（4）：321～333。

2.簡錦忠、洪雲卿，1970、稻白葉枯病之研究、1.接種方法之檢討及稻品種抗病性測定 農業研究19（1）：1～5。

3.謝式坪鉦，1978、水稻白葉枯病原細菌 *Xanthomonas oryzae* 之生態。水稻病蟲害特刊，農復會刊行 P167 ~184。

4.謝式坪鉦，1978，影響水稻白葉枯病急性萎凋病徵發生之因子，水稻病蟲害特刊，農復會刊行 P185~197。

5.加來久敏、木村俊彥、堀眞雄，1980，剪葉接種法によるイネ品種の白葉枯病に對する量的抵抗の檢性定。中國農試報E (17) : 17~32。

6.守中正、加來久敏、堀眞雄、木村俊彥，1978、イネ白葉枯病の剪葉接種法の適用條件に關する研究。中國農試報E (13) : 1~16。

7.吉村彰治，1962、稻白葉枯病の發生生態に關する診斷學的研究。北陸農業試驗場報告第5號 : 27~176。

8. Kauffman, H. E.; A. P. K. Reddy; S. P. Y. Hseich and S. D. Merca. 1973. an improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. Plant disease reporter 57 (6) : 537-541.

9. Mew, T. W. and C. M. Vera Cruz. 1979. Variability of *Xanthomonas oryzae*: specificity in infection of rice differentials. Phytopathology 69(2) : 152-155.

10. Mew, T. W.; C. M. Vera Cruz and R. C. Reyes. 1981. Characterization of resistance in rice to bacterial blight. Ann. Phytopath. Soc. Japan 47 : 58-67.

11. Wakimoto, S. and H. Mukoo. 1963. Natural occurrences of stretomycin resistant *Xanthomonas oryzae*, the causal bacteria of leaf blight disease of rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan 28(3) : 153-158.

The Efficacy of Bacteriocide Techlofthalam for the Control of Bacterial Blight and Its Effect on the Yield of Rice[1]

Ying-ming Liao and Chin-chung Chien[2]

Summary

Bacteriocides 10% Techlofthalam and Oryzamate (control) were tested for the control of bacterial blight of rice by liquid inhibition and turbiditric assessment methods. In the laboratory, the results indicated that 10% Techlofthalam were more effective to inhibit the growth of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* than Oryzamate. In the field, both chemical using the rates of 1000 and 2000 fold indicated that Techlofthalam at 1000 fold gave the best control. At this concentration were 72% and 59% of control leaf-clipping and spraying method, respectively, and the loss of yield decreased 4.6% and 3.1% for each treatment. However, 1000-grain weight and fertility were not significantly affected. Although this compound failed to prevent the occurrence of the disease, it reduced the progress of lessions. When plants were inoculated by leaf-clipping and spraying methods without treatment of bacteriocides, the yield decreased 15.9% and 9.6% respectively, on the other hand, leaf-clipping and spraying only caused 3.2% and 7.8% of yield reduction. In general, 10% Techlofthalam effectively reduced the progress of bacterial blight without noticeable damage to the plants.

---

1. Contribution No. 1376 from Taiwan Agricultrual Research Institute.

2. Assistant plant pathologist and Senior plant pathologist, respectvely. Department of plant pathology, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）36(4)：406～412 (1987)

玉米煤紋病抗病篩選與抵抗性之研究[1]

葉 忠 川　　蔡 阿 輝[2]

摘要：*Helminthosporium turcicum* Pass. (*Trichometasphaeria turcica* Luttrell) 引起之玉米煤紋病，感病品種罹病後在葉片形成大型紡錘形壞死病斑，造成枯葉，產量遂受影響。栽培抗病品種可有效減少本病之發生，因為抵抗性品種僅產生小型紡錘形黃化病斑。本研究之目的：㈠檢定本所一部份現有種源及區域試驗品系和目前本省之栽培品種對煤紋病之抵抗性，以獲得抗源供抗病育種之用；㈡探討株齡與抵抗性之關係；㈢研究抵抗性遺傳特性。抗病檢定以幼苗在溫室或生長箱內進行，結果 SW 種源中有 SW655, SW694, SW707 三個系統及七十五年度區試驗品系中有 84F-3, 84F-11, 84F-12, 84F-14, 85W-2, 85W-6, 85W-7 七個品系表現抗病性。目前本省推廣之栽培品種除臺農351號是抗病外，其餘品種包括臺南 5 號、臺南選10號、臺南11號、臺南16號及超甜玉米 236 號均為感病。另外以抗病品種臺農 351 號及感病品種臺南 5 號各五種不同生長齡期植株進行接種，結果抗病品種臺農 351 號所有植株都表現抗病性反應，感病品種臺南 5 號所有植株都表現感病性反應，然而病勢進展之速度在兩個品種均隨著株齡增加而減緩。抵抗性遺傳之研究結果顯示抗病品種臺農351號之抵抗性係得自父本 TA80-1410 自交系，並且是由單一顯性基因所控制。

Helminthosporium turcicum Pass. (*Trichometasphaeria turcica* Luttrell) 引起之玉米煤紋病 (northern corn leaf blight) 是玉米重要的葉部病害之一 (3,4,18)，感病品種上典型之病徵是葉片上出現大型的紡錘形青枯病斑，大約 3 —15公分，嚴重時葉片枯死，影響產量 (4,18)。然而栽種抵抗性的品種對於減少煤紋病之發生非常經濟而且有效 (5,8,9,10,11,12,13)，因此目前抗病育種在國外已被廣泛採用。Elliott 等氏 (3) 比較不同玉米系統對煤紋病抵抗性之差異，發現某些系統受害程度較輕，罹病後葉片上產生之病斑數比較少，顯示對煤紋病較具抵抗性。Hooker 氏 (7) 比較不同玉米品種對煤紋病抵抗性之差異，發現某些品種在幼苗期即具有抵抗性，罹病後葉片上產生小型紡錘形黃化病斑。Hilu 及 Hooker (5,9,10) 又發現這類病斑組織不易壞死且產胞能力低，並表示這種特性是由單一基因所控制。Jenkins 及 Robert 氏 (11,12,13) 除證實此種單一基因之抵抗性是一種屬於質之遺傳 (qualitative character) 外，另外又發現一種影響病斑數目多少之抵抗性，亦即同為感病萎凋型病斑，但不同品種，其單位面積內之病斑數不同，數目少者具有抵抗性，此種抵抗性是屬於量之遺傳 (quantitative character)，由多對基因 (multiple genes) 所控制。本研究之目的，㈠是以選拔具有抵抗性黃化病斑者為目標，因此採用 Hilu 及 Hooker 氏 (5) 之幼苗測定法在溫室或生長箱內進行抗病篩選，檢定本所現有種源及七十五年度全省區域試驗品系和目前栽培品種對煤紋病之抵抗性，以選拔優良抗病材料供育種或推廣栽培使用；㈡探討株齡與病害發生之關係，以瞭解玉米不同生長齡期對煤

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1377 號。

2.本所植病系研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

紋病抵抗性之差異；(三)抗病品種臺農351號抵抗性遺傳之分析，瞭解其抵抗性之遺傳方式供抗病育種參考。

材料與方法

一、抗病篩選

1.供試材料——材料由本所農藝系提供，共559個系統（種），包括本所部份現有飼料玉米種源，七十五年度全省區域試驗品系及本省目前栽培品種。其中 PI 種源共有333個，係美國 Pioneer 種子公司 PI 6875 號品種之 F_4 世代分離系統，SW 種源共有202個，係泰國 Suwan-1 品種之 F_4世代分離系統；七十五年度全省區域試驗品系及目前栽培種共24個包括：PS1 、 PS5、PS53、PS57、84F-3、84F-11、84F-12、84F-14、85W-1、85W-2、85W-3、85W-4、85W-5、85W-6、85W-7、85W-8、85W-9、85W-10、臺南5號、臺南選10號、臺南11號 、 臺南16號 、臺農351號及超甜玉米236號。

2.接種源之製作——自田間採集新鮮病葉以自來水洗淨表面塵垢，在室內陰乾後將病葉剪成6－7公分長之片段放入培養皿，培養皿內預先放置一薄層棉花，棉花上面再覆上一層濾紙，並加入適量水分濕潤棉花及濾紙以維持培養皿內之濕度，然後將培養皿放置在 16°C 之恒溫箱使其產胞 (5) ，再以無菌水（內含 100ppm Tween-80）將胞子洗下製成胞子懸浮液（濃度爲一萬個胞子／ml）作爲接種源。

3.抗病檢定——在溫室以長14公分寬10公分之育苗袋裝土後種植供試玉米系統，每個系統一袋，每袋三株，俟植株長至6－7片葉時將上述備妥之接種源以花卉栽培用之指壓式塑膠噴霧瓶行噴霧接種於植株上直到葉片表面完全濕潤爲止，然後以透明塑膠布覆蓋保持濕度，置於 24°C ±1°C 之植物生長箱內（光照時間：12小時，11,000 lux），經過 24 小時後掀去塑膠布，接種後15天調查發病結果。接種葉上出現小型紡錘形黃化病斑者視爲抗病性反應（R, resistant），出現大型紡錘形青枯病斑者視爲感病性反應（S, susceptible）。

二、株齡與病害發生之關係

以抵抗性品種臺農351號及感病性品種臺南5號作爲供試品種，在溫室每隔2週以大型盆缽種植一次，連續種植5次獲得不同生長齡期之植株。然後仿前述抗病檢定所用之接種方法，將胞子懸浮液行噴霧接種於植株上直到葉片全部濕潤爲止，接種後以透明塑膠布覆蓋並置於 24°C 之植物生長箱內保濕42小時後掀去塑膠布，以後逐日觀察記錄病害發生之情形。

三、臺農351號抵抗性遺傳之分析

臺農351號爲目前推廣種植面積最多的栽培品種，經前面抗病檢定結果表現抗病性反應，爲進一步探討其抵抗性之遺傳方式，乃就臺農351號母本 TA80-2598自交系，父本 TA80-1410 自交系，臺農351號以及臺農351號自交後代進行抗病檢定以瞭解其抵抗性之遺傳。測定方法仍在溫室以長14公分寬10公分之育苗袋裝土後分別種植上述品系，俟植株長至6－7片葉時按抗病檢定所用之方法進行接種，15天後調查發病結果並分別記錄抗病與感病之植株數目 。將所得結果以適合度卡方檢定 (1) 分析其抵抗性遺傳特性。

結果與討論

一、抗病篩選

源自美國 Pioneer 種子公司之 PI 種源 333 個系統，經過三次抗病檢定結果多爲感病性（表1）。源自泰國 Suwan-1（Thai Composite No. 1 DMR $BC_2F_4C_8$）之 SW 種源202個系統，經過四次抗病檢定結果四次均表現抗病性者共有 SW655、SW694 、 SW707 三個系統（表2）。七十五年度全省區域試驗品系及目前栽培品種經過三次抗病檢定結果三次均表現抗病性者共有 84F-3、84F-11

表1. 玉米 PI 種源抗煤紋病篩選

Table 1. Screening of maize PI germplasm for resistance to morthern corn leaf blight (*H. turcicum*)[a]

試驗次別 (Expt. No.)	篩選數目 (Accessions screened)	寄主反應 (Host reaction)[e]	
		R	S
1[b]	333	15	318
2[c]	15	3	12
3[d]	15	0	15

a. 試驗在溫室進行 (experiments were conducted in the greenhouse)
b. 播種—73.7.19，接種—73.8.2，調查—73.8.16 (sown-7.19.1984, inoculated-8.2.1984, read-8.16.1984)
c. 播種—73.8.18，接種—73.8.30，調查—73.9.14 (sown-8.18.1984, inoculated-8.30.1984, read-9.14.1984)
d. 播種—73.9.15，接種—73.9.28，調查—73.10.13 (sown-9.16.1984, inoculated-9.28.1984, read-10.13.1984)
e. R：抗病性 (resistant) S：感病性 (susceptible)
*三次試驗中二次表現抗病性反應者—PI 351, 401, 462
**三次試驗中一次表現抗病性反應者—PI 267, 304, 306, 321, 369, 376, 392, 442, 447, 448, 503, 531.

表2. 玉米 SW 種源抗煤紋病篩選

Table 2. Screening of maize SW germplasm for resistance to morthern corn leaf blight (*H. turcicum*)[a]

試驗次別 (Expt. No.)	篩選數目 (Accessions screened)	寄生反應 (Host reaction)[f]	
		R	S
1[b]	202	120	82
2[c]	120	58	62
3[d]	58	25	33
4[e]	25	3	22

a. 試驗在溫室內進行 (experiments were conducted in the greenhouse)
b. 播種—73.7.4，接種—73.7.17，調查—73.8.4 (sown-7.4.1984, inoculated-7.17.1984, read-8.4.1984)
c. 播種—73.8.5，接種—73.8.17，調查—73.9.2 (sown-8.5.1984, inoculated-8.17.1984, read-9.3.1984)
d. 播種—73.9.6，接種—73.9.20，調查—73.10.8 (sown-9.6.1984, inoculated-9.20.1984, read-10.8.1984)
e. 播種—73.10.9，接種—73.10.23，調查—73.11.6 (sown-10.9.1984, inoculated-10.23.1984, read-11.6.1984)
f. R：抗病性 (resistant) S：感病性 (susceptible)
* 四次試驗中四次表現抗病性反應者 —SW 655, 694, 707
** 四次試驗中三次表現抗病性反應者 —SW 557, 560, 567, 571, 578, 581, 585, 598, 602, 603, 607, 610, 614, 617, 620, 630, 636, 651, 658, 693, 733, 737.
*** 四次試驗中二次表現抗病性反應者 —SW 550, 563, 572, 587, 590, 599, 606, 608, 609, 622, 625, 629, 634, 649, 656, 661, 664, 669, 670, 672, 679, 681, 684, 692, 693, 718, 719, 731, 732, 734, 740, 741, 748.
****四次試驗中一次表現抗病性反應者 —SW 549, 552, 553, 554, 555, 556, 564, 566, 563, 569, 574, 575, 577, 579, 588, 593, 597, 600, 604, 605, 611, 613, 616, 618, 626, 637, 639, 640, 641, 644, 646, 652, 653, 569, 663, 666, 671, 674, 675, 676, 683, 686, 688, 697, 703, 740, 705, 706, 708, 709, 710, 711, 713, 714, 716, 720, 729, 730, 736, 738, 742, 744.

、84F-12、84F-14、85W-2、85W-6、85W-7、臺農 351 號等八個品系（表３）。試驗過程中相同的品系在不同的試驗次別表現不同的抵抗性反應，這是否因爲病菌病原性之變異[6,14,15]或病菌生理小種之分化[2,16,17]所致，正進行研究中。本省目前栽培之飼料玉米和甜玉米品種中只有臺農 351 號

具有優良之抗病性，其餘品種包括臺南 5 號、臺南選 10 號、臺南 11 號、臺南 16 號 、超甜玉米 236 號均爲感病性。臺農 351 號爲目前推廣種植面積最多之品種，因此煤紋病的發生不嚴重。如果新推出之品種不具抵抗性，很可能再嚴重發生。

表3. 七十五年度全省區域試驗品系與目前栽培種抗煤紋病篩選

Table 3. Screening of corn varieties/lines used in the 1985-1986 regional yield trials and commercial cultivars for resistance to northern corn leaf blight[a]

試驗次別 (Expt. No.)	篩選數目 (Accessions screened)	寄主反應 (Host reaction)[e]	
		R	S
1[b]	24	9	15
2[c]	24	10	14
3[d]	24	9	15

a. 試驗在溫室進行 (experiments were conducted in the greenhouse)
b. 播種—74.4.3，接種—74.4.18，調查—74.5.2 (sown-4.3.1985, inoculated-4.18.1985, read-5.2.1985)
c. 播種—74.5.3，接種—74.6.17，調查—74.6.1 (sown-5.3.1985, inoculated-6.16.1985, read-6.1.1985)
d. 播種—74.6.2，接種—74.6.16，調查—74.6.30 (sown-6.2.1985, inoculated-6.16.1985, read-6.30.1985)
e. R：抗病性 (resistant) S：感病性 (susceptible)
* 三次試驗中三次表現抗病性反應者 —84F-3, 84F-11, 84F-12, 84F-14, 85W-2, 85W-6, 85W-7, Tainung 351.
**三次試驗二次表現抗病性反應者 —85W-1, 85W—5.

表4. 臺農 351 號子代煤紋病抵抗性遺傳分離比 (3：1) 適合度卡方檢定

Table 4. Chi-square test for the fitness of 3:1 ratio of resistance inheritance in Tainung 351 and its progenies to northern corn leaf blight.

項目 (Item)	子代表現型 (Phenotype of progeny)		
	抗病性 (Resistnat)	感病性 (Susceptible)	總數 (Total)
觀測次數 f (Observed No.)	304	103	407
期望次數 $\hat{f}$ (Expected No.)	305.25	101.75	407.00
離差 $f-\hat{f}$ (Deviation)	−1.25	1.25	0
離差平方 $(f-\hat{f})^2$ (Deviation squared)	1.5625	1.5625	
$(f-\hat{f})^2/f$	0.0051	0.0154	

$$\sum \frac{(f-\hat{f})^2}{f} = 0.0205 < x^2_{0.05}\ (1)$$

二、株齡與病害發生之關係

抗病品種臺農 351 號五種生長齡期植株接種後 8—14天，接種葉出現黃化病斑，大小約0.8—1.0公分，隨後病勢緩慢進展病斑逐漸加大，經12—14天後病勢進展受到抑制病斑大小不再增加，最後呈紡錘形黃化病斑，大小約 3.5—4.5公分 (圖 1)，感病品種臺南 5 號五種生長齡期植株接種後 9—22天，接種葉出現青枯病斑，大小約0.7—1.2公分，隨後病勢迅速進展病斑沿著葉脈方向急速擴大，經

過3－5天後病斑組織由青枯轉變爲壞死，病勢進展漸趨緩和，最後呈紡錘形壞死病斑，大小約 5.1—6.4公分（圖1）。試驗結果抗病品種臺農351號不論株齡大小，接種煤紋病菌後均表現抗病性反應，而感病品種臺南5號不論株齡大小，接種煤紋病菌後均表現感病性反應，顯示不同齡期植株對煤紋病之抵抗性沒有差異。但試驗結果不論抗病品種或感病品種，不同齡期植株接種後病徵出現的時間有差別，顯示株齡大小對煤紋病勢之進展速度有影響，大致上病勢之進展隨著株齡增大而減緩。至於病斑大小之差異，主要是由於受到葉脈生長限制所致。

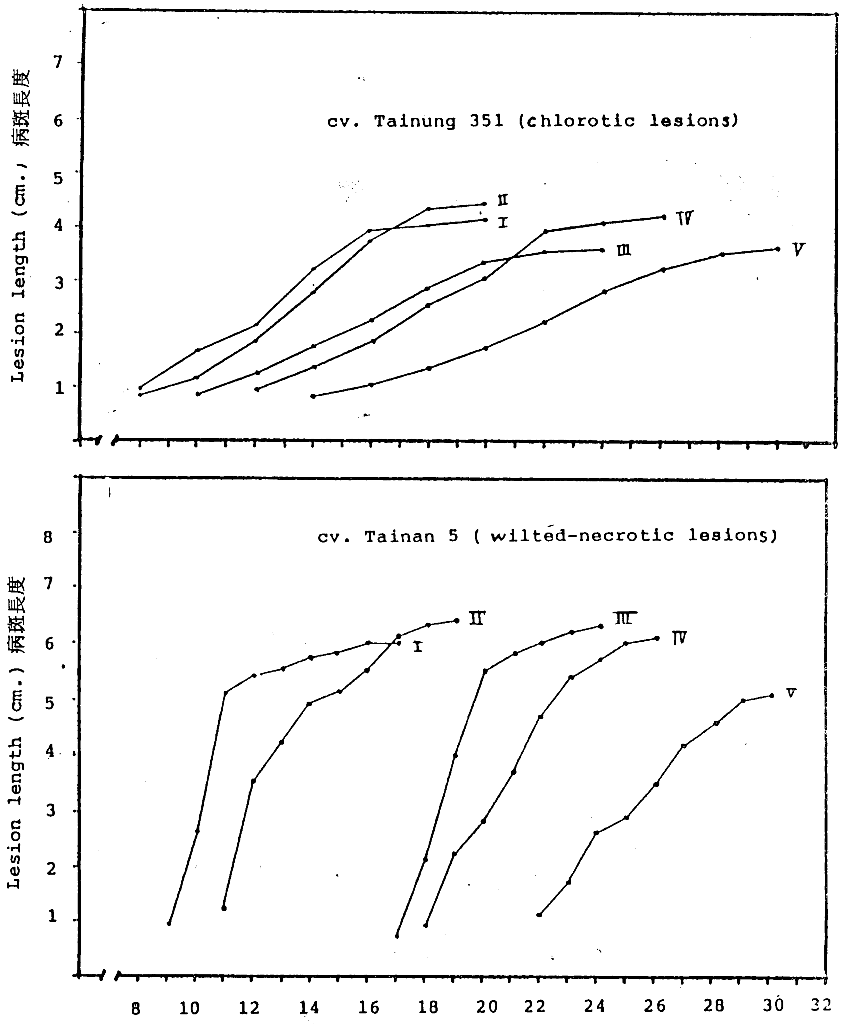


圖1：玉米煤紋病在臺農351號及臺南5號品種不同株齡葉片上病勢進展之比較

Fig. 1. Comparison of northern leaf blight development in the leaves of corn cultivars Tainung 351 and Tainan 5 with different growth stages. (Plants at time of inoculation were I, 2-wk-old ; II, 4-wk-old; III, 6-wk-old; IV, 8-wk-old; V, 10-wk-old)

三、臺農351號抵抗性遺傳之分析

總共檢定臺農 351 號母本 TA80-2598 自交系120株，父本 TA80-1410 自交系120株，臺農 351 號（F_1）120 株以及臺農51號自交後代（F_2）407 株。結果母本 TA80-2598 自交系所有植株均表現感病性反應，父本 TA80-1410 自交系及臺農 351 號所有植株均表現抗病性反應，臺農 351 號自交

後代中表現抗病性反應者有 304 株，表現感病性反應者有 103 株。由試驗結果得知臺農 351 號對煤紋病菌之抵抗性係來自父本 TA80-1410 自交系，且該抵抗性在其自交後代中呈分離現象。又自交後代抗病與感病之分離比 (304：103) 以適合度卡方檢定測試結果符合孟德爾氏一對因子遺傳之分離比（3 ：1），顯示臺農351號對煤紋病菌之抵抗性是由單一顯性基因 (single dominent gene) 所控制（表4）。

引用文獻

1. 蕭如英譯。1979。生物統計學導論。五南圖書出版公司。455pp.
2. Bergquist, R. R., and O. R. Masias. 1973 Physiologic specialization in *Trichometasphaeria turcica* f. sp. *zeae* and *T. turcica* f. sp. *sorghi* in Hawaii. Phytopathology 64 : 645-649.
3. Elliott, C., and M.T. Jenkins. 1946. *Helminthosporium turcicum* leaf blight of corn. Phytopathology 36 : 660-666.
4. Fisher, D. E., A. L. Hooker, S. M. Lim, and D. R. Smith. 1976. Leaf infection and yield loss caused by four *Helminthosporium* leaf diseases of corn. Phytopathology 66 : 942-944.
5. Hilu, H. M., and A. L. Hooker. 1963. Monogenic chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn seedlings. Phytopathology 53 : 909-912.
6. Hilu, H. M. 1964. Cultural variability, conidial production and pathogenicity of *Helmnthoisporium turcicum*. Mycologia 56 : 775-777.
7. Hooker, A. L. 1961. A new type of resistance in corn to *Helminthosporiumtturcicum*. Pl. Dis. Reptr. 45 : 780-781.
8. Hooker, A. L. 1963. Monogenic resistance in *Zea mays* L. to *Helminthosporium turcicum*. Crop Science 3 : 381-383.
9. Hooker, A. L. 1963. Inheritance of chlorotic-lesion resistance to *Helminthosporium turcicum* in seedlings corn. Phytopathology 53 : 660-662.
10. Hooker, A. L. 1977. A second major gene locus in corn for chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium turcicum*. Crop Science 17 : 132-135.
11. Jenkins, M. T., and A. L. Robert. 1952. Inheritance of resistance to the leaf blight of corn caused by *Helminthosporium turcicum*. Agron. J. 44 : 136-140.
12. Jenkins, M. T., A. L. Robert, and R. F. Jr. William. 1954. Recurrent selection as a method for concentrating genes for resistance to *Helminthosporium turcicum* leaf blight in corn. Agron. J. 46 : 89-94.
13. Jenkins, M. T., and A. L. Robert. 1959. Evaluating the breeding potential of inbred lines of corn resistant to the leaf blight caused by *Helminthosporium turcicum*. Agron. J. 51 : 93-96.
14. Kinsey, J. G., and A. L. Hooker. 1973. Changes in *Helminthosporium turcicum* population of following serial host passage. Pl. Dis. Reptr. 57 : 590-591.
15. Robert, A. L., and M.T. Jenkins. 1949. Variability in monoconidial and hyphal-tip isolates of *Helminthosporium turcicum*. Phytopathology 39 : 504.
16. Smith, D. R., and J. G. Kinsey. 1980. Further physiologic specialization in *Helminthosporium turcicum*. Pl. Dis. 64 : 779-781.
17. Turner, M. T. 1980. Race of *Helminthosporium turcicum* not controlled by Ht genetic resistance in corn in the american corn belt. Pl. Dis. Reptr. 64 : 216-217.
18. Ullstrup, A. J., and S. R. Miles. 1957. The effects of some leaf blight of corn on grain yield. Phytopathology 47 : 331-336.

Screening for Resistant Sources and Inheritance of Resistance in Maize to Northern Leaf Blight[1]

Chung-chuan Yeh and Ar-huei Tsai[2]

Summary

Northern leaf blight, incited by *Helminthosporium turcicum* Pass., may occur at any growth stages of corn plants when the environmental conditions are appropriate and reduce kernel yield depending upon the severity of the the epidemics. The use of resistant varieties is the most common strategy to reduce the epidemics of this disease. The purposes of this study were attempted: (1) to evaluate corn germplasm and regional yield trial varieties for sources of resistance to northern leaf blight; (2) to evaluate the effect of plant age on the expression of resistance and disease development; and (3) to study the inheritance of resistance. Screening tests were conducted in a growth chamber programmed for a 12-hr. photoperiod (11,000 lux) at 24±1°C. Corn seedlings with 6-7 leaves each plant were sprayed with a conidial suspension (10,000 spores/ml) prepared from infected leaves using a floricultural atomizer sprayer until the leaf surfaces were wet. The inoculated plants were kept in a transparent plastic moist chamber in the growth chamber described above. After 18-24 hrs, the plastic chamber was removed and the plants were remained in the growth chamber for observation. Two weeks after inoculation, lesion types on the leaves were recorded. Small, spindly chlorotic lesions were considered resistant and large spindly grayish-green wilt lesions were susceptible reaction. In order to simplify the experiments, the resistant accessions obtained in the first tests were repeated in the second tests, so the third and the fourth tests. For PI germplasm, no accession was consistently recorded resistant among the three tests. However, three accessions, i. e. SW655, SW694, SW707, showed resistant reactions in all four tests. Among the 24 regional yield trial lines/cvs., 84F-3, 84F-11, 84F-12, 84F-12, 84F-14, 85W-2, 85W-6, 85W-7 and Tainung 351 were resistant in all three tests. All commerical cultivars except Tainung 351 were susceptible to northern corn leaf blight. Plant agesvdid not affect the expression of resistance. However, disease developments were slower in the old plants than in the young plants. Studies on the inheritance of resistance revealed that the inheritance in Tainung 351 was obtained from parental line TA80-1410 and is controlled by a single dominant gene.

1. Contribution No. 1377 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Plant Pathologist and Assistant, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng 41301, Taichung, Taiwan, the Rep. of China.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）36(4)：413～420（1987）

本省絲瓜病毒種類之鑑定及其病徵比較[1]

黃秋雄　趙玉珍　張清安　許秀惠[2]　蕭吉雄[3]

摘要：75年夏從南投縣中興新村附近三處絲瓜栽培園及雲林縣絲瓜栽培區五個栽培園採集百餘個罹病葉片樣品，經酵素結合抗體檢定(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA）所得結果，發現樣品中感染矮南瓜黃化嵌紋病毒（ZYMV）之比率最高（97%），其次爲西瓜嵌紋病毒一1（WMV-1）（83%），再其次爲胡瓜嵌紋病毒（CMV）（9%），但未測到西瓜嵌紋病毒一2（WMV-2）及胡瓜綠斑嵌紋病毒（CGMMV）。再從樣品中挑選不同病徵型之樣品35個，經人工接種到矮南瓜上，結果僅18個接種成功。從18個樣品所得分離株經瓊脂免疫擴散法測定的結果，發現其中8個樣品與 ZYMV，8個與WMV-1，1個與WMV-1及ZYMV 之抗血清形成明顯沈澱帶，另一個則與獲自甜瓜之新病毒（未鑑定）抗血清形成沈澱帶。由以上兩項結果，可以推知本省絲瓜上至少有ZYMV, WMV-1及CMV等三種已鑑定病毒及一個未鑑定病毒。將不同病毒接種到絲瓜上，發現ZYMV 在二種供試之圓筒絲瓜上造成嚴重嵌紋或皺縮之病徵，此種病徵與在田間所觀察之嵌紋皺縮型病徵無差異，但在農友七美及稜角絲瓜上病徵不明顯；WMV-1 依不同分離株可造成嵌紋，輕微斑紋或不明顯病徵；CMV 在接種初期，可使葉片形成不規則黃斑，但後期病徵轉輕，甚至不明顯；CGMMV則不感染。至於未鑑定的新病毒所造成的病徵與 WMV-1者相似，唯較輕微。若以WMV-1和ZYMV同時接種，則病徵與單獨接種 ZYMV所造成的病徵無異，因之，推測田間嚴重型病徵主要由ZYMV 所造成。在供試的四個品種中，農友七美及稜角絲瓜對WMV-1 及 ZYMV 似乎較具有抵抗性。綜合以上結果，目前本省絲瓜發生主要之病毒以ZYMV最普遍且嚴重，其次爲WMV-1，再其次爲 CMV，至於其他病毒有待於進一步調查。

（關鍵字：病毒鑑定，瓜類病毒，病徵比較，絲瓜）。

絲瓜 (loofah, vegetable sponge) 俗稱菜瓜，果實肉質細嫩可口，爲本省夏季常見蔬菜之一。本省所栽培的絲瓜品種主要包括圓筒 (*Luffa cylindrica* Roem) 及稜角 (*Luffa acutangula* Roxb）兩類。前者主要栽培於臺灣本島，而後者則以澎湖栽培較多。由於絲瓜生育採收期長且栽培容易，因此普遍受到人民喜愛及種植。絲瓜的栽培幾乎遍佈全省，其栽培方式則自庭園式零星栽培至大規模的專業栽培生產。在適地適作的原則下，中部以西螺爲中心，集中於二水以南至斗六之間；南部則以高屏地區之九如、里港等地栽培最多[(1)]。

近年來絲瓜病毒病害在本省發生極爲普遍。在田間觀察罹病絲瓜植株，常見葉片呈現輕微或嚴重的嵌紋、畸型或皺縮等不同病徵；偶爾亦可發現植株呈現小葉、萎黃及葉片叢生之簇葉型病徵。後者雖然過去認爲係由病毒所致，目前咸認係擬菌質體 (mycoplasma-like organism, MLO) 所導致[(3,9,10)]；而前者主要是病毒所引起，究由何種病毒，迄今尚無詳確之報導。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1378 號。
2.本所植物病理系副研究員、計畫助理、助理研究員、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3.本所園藝系研究員兼主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

晚近，筆者等曾對本省所栽培之各種瓜類進行病毒種類之發生調查，其中發現本省絲瓜呈現嵌紋或皺縮型病徵之植株罹患矮南瓜黃化嵌紋病毒（zucchini yellow mosaic virus, ZYMV）的比率頗高[6]。許等[5]謂ZYMV接種在圓筒絲瓜上，可使接種植物葉片形成嚴重嵌紋或皺縮之病徵。1982年張等[7]曾從嵌紋型病徵之絲瓜葉片分離並依其寄主及血清反應特性，將該病毒鑑定爲絲瓜嵌紋病毒（loofah mosaic virus, LoMV），但實際上該病毒已近一步確定爲與 ZYMV 相同之病毒（張淸安，未發表資料）。至目前，我們在田間所觀察到的各種病徵是否全由 ZYMV 或有其他病毒感染，甚至是否有複合感染，則尙未淸楚。本文主要是瞭解本省栽培之圓筒絲瓜上病毒之種類並比較各病毒在絲瓜上所造成病徵之異同，供抗病選育之參考。

材料與方法

一、應用酵素結合抗體檢定（enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA）偵測田間病毒發生之種類

供偵測的絲瓜樣品係在75年夏，從南投縣中興新村近郊，雲林縣饒平、重興、林內及西螺等地區之絲瓜專業栽培區所採集，共計101個樣品（見表一）。所有樣品之葉片均有輕或重型之嵌紋或皺縮病徵。應用ELISA主要係偵測矮南瓜黃化嵌紋病毒，西瓜嵌紋病毒－1（watermelon mosaic virus-1, WMV-1），西瓜嵌紋病毒－2（watermelon mosaic virus-2, WMV-2），胡瓜嵌紋病毒（cucumber mosaic virus, CMV）及胡瓜綠斑嵌紋病毒（cucumber green mottle mosaic virus, CGMMV）等五種病毒在田間之發生情形。抗血淸除WMV-2由美國佛州大學D. E. Purcifull教授提供及CGMMV 由中興大學葉錫東教授提供外，其他三種病毒抗血淸均由本實驗室製備[2,13,14]。

抗血淸中免疫球蛋白（IgG）之抽取及 ELISA 步驟乃仿照 Clark 等[11]及 Lister[15]所述方法進行。各種病毒抗血淸之免疫球蛋白（coating IgG）與酵素結合免疫蛋白（conjugated IgG）使用濃度分別爲ZYMV 0.67μg/ml 與 1/1500倍；WMV-1爲 0.67μg/ml 與 1/1500倍；WMV-2爲 2μg/ml 與 1/500倍；CMV爲2μg/ml 與 1/500倍，及CGMMV爲1μg/ml 與 1/1000倍。抗原之製備則是將採回之樣品經編號並記錄病徵後，每樣品稱取1克重之葉片，置於平底玻璃管中，加入5毫升之0.05M磷酸緩衝液（potassium phosphate buffer, pH 7.5），以均質機打碎後，分別加入微量盤(microplate)。ELISA 吸收值之測定係於反應基質溶液（p-nitrophenyl phosphate substrate solution）加入微量盤反應30分鐘後，以酵素結合抗體測讀儀（EIA reader, Biotek EL310）直接測讀，若吸收值大於健康葉片組織（對照）二倍以上者，視爲其正反應結果。

二、應用瓊脂免疫擴散法（SDS-immunodiffusion test）鑑定病毒之種類

從田間採回之樣品中，選取不同地區不同病徵型之病害標本35個，以磷酸緩衝液塡加後研磨，以人工機械接種於健康矮南瓜（zucchini squash）苗上，經10～12天確定接種成功並有明顯病徵後，備供試驗。瓊脂免疫擴散試驗係仿照Purcifull等[17]及筆者等[5]所述方法進行。抗血淸包括 ZYMV, WMV-1, CMV及一個未鑑定之新病毒（暫名爲甜瓜脈綠嵌紋病毒）。抗原之製備爲每個樣品取其病葉1克加一毫升蒸餾水研磨後，再加入等量3% sodium dodecyl sulfate（SDS）混合後過濾備用。另外包括已鑑定之病毒 ZYMV-7[5], WMV-1FL[18]（美國佛州大學D. E. Purcifull 教授提供），CMV（農試所）[2]及甜瓜脈綠嵌紋病毒（農試所，未鑑定），供作比較。

三、不同病毒在絲瓜上病徵之比較

從 ELISA 及瓊脂免疫擴散試驗所獲得的結果，選出下列病毒分離株進行接種試驗：(1) FC (field collection)-2568經鑑定爲 ZYMV；(2) FC-2489及 FC-2508 經鑑定爲 WMV-1；(3) FC-2530經鑑定爲ZYMV與WMV-1複合感染；(4) FC-2547經鑑定與甜瓜脈綠嵌紋病毒（FC-656）俱

有相同或相似之血清類緣關係；(5) CMV，自胡瓜分離而得；(6) CGMMV，爲自扁蒲分離而得。此外，尚包括已知ZYMV-7 [5]，WMV-1FL [18] 及未鑑定之 FC-656 分離株，藉供比較。

各病毒分離株除 CGMMV 繁殖於甜瓜外，其餘均繁殖於矮南瓜上作爲接種源。供試的絲瓜品種見表二。所有植物經接種後均放置於網室生長並定期觀察比較不同病毒在絲瓜上呈現病徵之異同。

結　果

一、應用 ELISA 偵測不同病毒在瓜園之發生頻率

採自南投縣中興新村近郊及雲林縣四鄉鎮內之七處絲瓜栽培園之樣品，經過ELISA測定所得結果如表一。從結果中顯示，供試的101個病害樣品中含有矮南瓜黃化嵌紋病毒 (ZYMV) 者有97個，其感染比率高達97%；其次爲西瓜嵌紋病毒系統一1 (WMV-1)，其感染率達83%；再其次爲胡瓜嵌紋病毒(CMV)，約爲9%。然而西瓜嵌紋病毒系統一2 (WMV-2)及胡瓜綠斑嵌紋病毒 (CGMMV) 則未偵測到。樣品中以ZYMV與WMV-1複合感染者有73個 (73%)；ZYMV, WMV-1 及 CMV 複合感染者有8個，顯示田間絲瓜植株複合感染比率頗高。另外，有二個樣品經測定結果與上述五種病毒抗血清呈現負反應。

表一　應用 ELISA 偵測五種病毒在田間絲瓜園之發生情形

Table 1. Occurrence of five different viruses on loofah plants in the fields as determined by ELISA

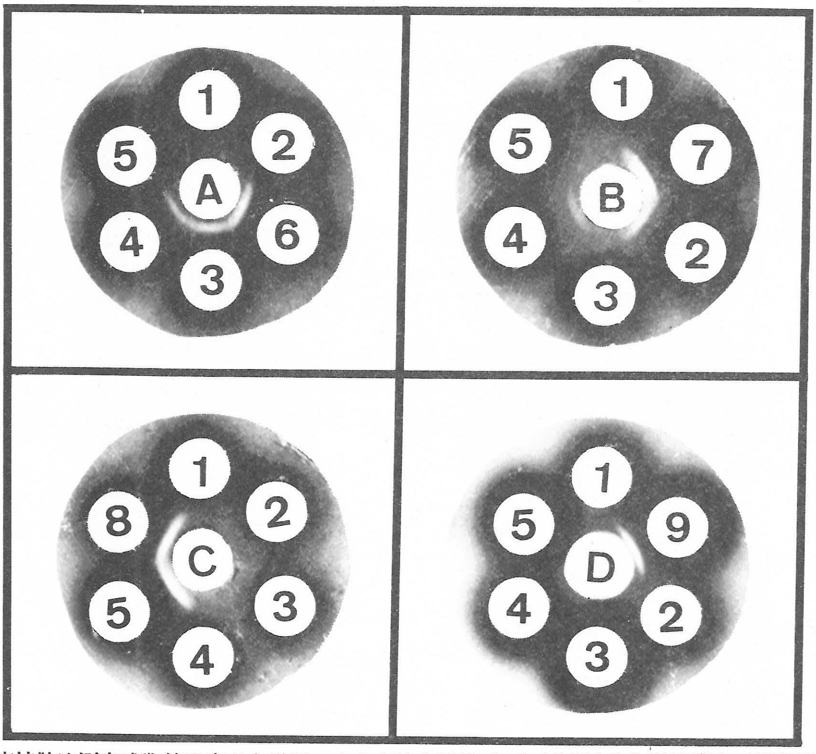
Location	Samples collected	No. samples with ZYMV	WMV-1	CMV	WMV-2	CGMMV	NR[a]
Yun-lin Hsien (雲林縣)							
Linnei-1 (林內)	15	15	14	1	0	0	0
Linnei-2 (林內)	16	16	16	4	0	0	0
Chunghsing (重興)	10	10	8	0	0	0	0
Jaoping (饒平)	15	14	13	0	0	0	1
Hsilo (西螺)	12	11	10	2	0	0	0
Nantou Hsien (南投縣)							
Chunghsing-hsintsun-1(中興新村)	14	14	11	0	0	0	0
Chunghsing-hsintsun-2(中興新村)	7	7	4	1	0	0	0
Chunkungliao (軍功寮)	12	10	7	1	0	0	1
Total	101	97	83	9	0	0	2

[a]ZYMV: zucchini yellow mosaic virus, WMV-1: watermelon mosaic virus-1, CMV: cucumber mosaic virus, WMV-2: watermelon mosaic virus-2, CGMMV: cucumber green mottle mosaic virus, NR: negative reaction.

二、瓊脂免疫擴散試驗測定病毒之種類

從田間採回的樣品經選擇後，接種於矮南瓜的35個樣品中僅18個獲得接種成功。它們在矮南瓜葉片上的病徵均爲嵌紋或葉片皺縮等。以瓊脂免疫擴散反應所測得的結果，發現18個樣品中有8個可與ZYMV抗血清形成明顯沈澱帶，8個與 WMV-1 抗血清形成明顯沈澱帶，1個 (FC-2530) 可與ZYMV及WMV-1抗血清反應，但與 WMV-1抗血清所形成的沈澱帶較弱，1個 (FC-2547) 可與甜瓜脈綠嵌紋病毒抗血清反應。18 個樣品均與 CMV 抗血清無反應。部份樣品所測定的結果見於圖

一。從此項試驗結果，可知田間栽培之絲瓜至少有矮南瓜黃化嵌紋病毒，西瓜嵌紋病毒一 1 及一個未鑑定之新病毒（暫訂甜瓜脉綠嵌紋病毒）等三種。



圖一 瓊脂免疫擴散法測定感染絲瓜病毒之種類。中央穴抗血清爲（A）矮南瓜黃化嵌紋病毒（ZYMV-7）（B）西瓜嵌紋病毒一 1（WMV-1），（C）自甜瓜分離之未鑑定病毒，（D）胡瓜嵌紋病毒（CMV）：外圍反應穴爲 SDS處理後之抗原，包括（1）健康矮南瓜葉，（2）由絲瓜分離的 WMV-1 分離株（FC-2508），（3）由絲瓜分離之 ZYMV（FC-2568）分離株，（4）ZYMV 與 WMV-1 複合感染分離株（FC-2530），（5）由絲瓜而得之未鑑定病毒，（6）已知之 ZYMV-7，（7）已知之 WMV-IFL，（8）由甜瓜而得之656分離株（未鑑定），（9）已知之CMV。

Fig. 1. Detection of cucurbit viruses on loofah plants by SDS-immunodiffusion tests.
The central wells contained antisera to (A) zucchini yellow mosaic virus (ZYMV-7), (B) watermelon mosaic virus-1 (WMV-1), (C) the FC-656 unidentfied virus, and (D) cucumber mosaic virus (CMV).
The peripheral wells were filled with SDS-treated leaf extracts from zucchini plants infected with: (2) =a WMV-1 isolate (FC-2508), (3) =a ZYMV isolate (FC-2568), (4) =mixed infection of ZYMV and WMV-1 (FC-2530), (5) =an unidentified virus (FC-2547), (6) =ZYMV-7 for control check, (7) =WMV-1FL for control check, (8) =the unidentified FC-656 for control check, (9) =CMV for control check, and (1) =healthy control.

三、不同病毒接種於絲瓜上的病徵比較

1.矮南瓜黃化嵌紋病毒 (ZYMV-7)：兩個矮南瓜黃化嵌紋病毒 (ZYMV-7，已知；FC-2568)接種於供試之四種絲瓜上所產生的病徵並無顯著差異：它們在白子的圓筒及米筒瓜上，初期爲嵌紋，然後漸漸變爲嵌紋皺縮及葉片縮小等病徵(圖二，A)，而在農友七美及稜角絲瓜均爲潛伏感染(表二)。

2.西瓜嵌紋病毒一 1 (WMV-1)：由絲瓜分離而得之兩個WMV-1分離株 (FC-2489及FC-2508)，經接種到白子之圓筒及米筒瓜上，初期均產生明顯嵌紋，然後新生葉片病徵漸變爲輕微嵌紋（圖二，B），在農友七美及稜角絲瓜上僅爲輕微斑紋或潛伏感染。然而WMV-1FL接種到各供試品種均未發現有被感染。

3.胡瓜嵌紋病毒（CMV）：接種CMV後之絲瓜苗，初期新生葉片呈現嵌紋及不規則黃斑（圖二

，C），此種病徵在供試的稜角絲瓜更爲明顯，但後期病徵則逐漸輕微或消失。

4.胡瓜綠斑嵌紋病毒（CGMMV）：供試的四個品種，除接種葉爲潛伏感染外，新生葉均未發現有感染的現象。

5.未鑑定之病毒（656分離株）：接種在供試的白子圓筒或米筒瓜，初期均產生嵌紋（圖二，D）後期葉片病徵減輕。然在農友七美及稜角絲瓜均爲潛伏感染。

6.矮南瓜黃化嵌紋病毒與西瓜嵌紋病毒－1之複合感染：從病徵上觀察，ZYMV與WMV-1（FC-2530）同時複合感染或單獨ZYMV所造的病徵並無顯著差異。複合感染均使罹病之白子或米筒瓜葉片形成嚴重嵌紋或皺縮等病徵（圖二，E）。

表二 不同病毒接種在絲瓜苗之病徵比較

Table 2. Symptoms of different virus/viruses on loofah plants.

Cultivar	Symptoms[a] caused by									
	WMV-1 isolate			ZYMV isolate		CMV	CGM MV	ZYMV + WMV-1 2530	unidentified[b]	
	2489	2508	WMV-1 FL	2568	ZYMV-7				2547	656
L. cylindrica (圓筒絲瓜)	m	m	o	m.r.b.d	m.r.b.d	cl. m	o	m.r.b.d	m	m
L. cylindrica (米筒瓜)	m	m	o	m.r.b.d	m.r.b.d	cl. m	o	m.r.b.d	m	m
L. cylindrica (圓筒絲瓜"農友七美")	mo	sl	o	sl	sl	cl. m	o	sl	sl	sl
L. acutangula (稜角絲瓜)	mo	sl	o	sl	sl	cl. m	o	sl	sl	sl

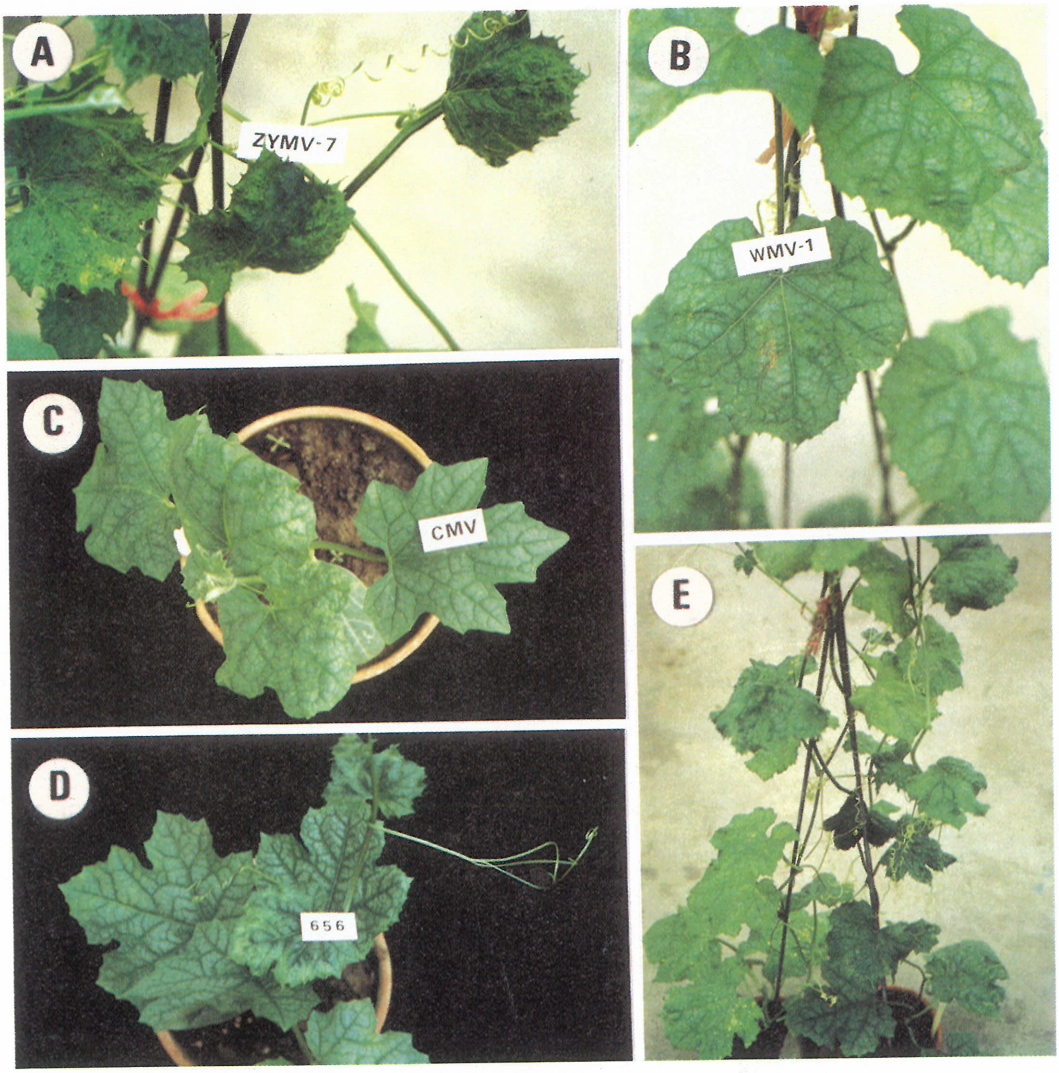
[a]Explanation of symbols: m=mosaic, r=rugose, b=blister, d=deformation, mo=mottle, sl=symptomless, cl=chlorotic, o=no infection.

[b]Isolate No. 656 obtained from melon and isolate No. 2547 from loofah plant which were serologically identical in SDS-immunodiffusion tests.

討　論

在本省，目前有關絲瓜病毒病害的研究，尙無詳實報導。文獻中1982年張等[7]的一篇論文摘要中，曾將分離而得的一種絲瓜新病毒訂名爲絲瓜嵌紋病毒（loofah mosaic virus），然這個病毒已證明與過去筆者等[5]所鑑定之矮南瓜黃化嵌紋病毒相同（張淸安，未發表資料）。從最近許等[6]調查本省瓜類上病毒種類所得結果，可獲知絲瓜上除ZYMV外，尙可偵測到WMV-1及CMV。本試驗之結果與許等[6]之報告略同，然尙發現到另一個新病毒，該病毒則與最近筆者等在甜瓜上所獲得的一個病毒在瓊脂免疫擴散試驗上俱有相同血淸類緣關係，有關本病毒目前正做進一步鑑定。

從ELISA或瓊脂免疫擴散試驗所偵測的結果，吾人似可推測目前本省絲瓜病毒中以ZYMV感染比率最高，其次爲WMV-1，再其次爲CMV；WMV-2與CGMMV則未發現。至於另一個新病毒則未作田間調查，其發生頻率尙不清楚。又從室內接種的結果中，ZYMV在絲瓜上造成的病徵最爲嚴重，尤其在供試的白子及米筒瓜葉片呈現嚴重的嵌紋或皺縮型病徵，與在田間所觀察之嚴重皺縮型病徵幾乎無異；據此結果推測田間此類型病徵，主要由ZYMV所感染造成。同樣地，WMV-1在田間發生比率高，但接種試驗結果證明，絲瓜接種WMV-1後，初期在葉片上呈現明顯嵌紋或斑紋，但無皺縮病徵，且病徵似隨罹病植株生長或環境影響而轉輕，顯示田間一些較輕型之嵌紋病徵部份係由WMV-1所造成。然而WMV-1分離株來源不同，對絲瓜的罹病程度亦不同。例如得自佛州大學之WMV-1FL似乎對供試的絲瓜品種不造成感染，自絲瓜分離而得的WMV-1則在供試品種上造成嵌



圖二 圓筒絲瓜接種不同病毒後形成之病徵
（A）接種矮南瓜黃化嵌紋病毒引起之嚴重嵌紋及葉片皺縮
（B）接種西瓜嵌紋病毒一1引起之嵌紋
（C）接種胡瓜嵌紋病毒引起之黃斑、嵌紋
（D）接種FC-656未鑑定之病毒
（E）接種矮南瓜黃化嵌紋病毒及西瓜嵌紋病毒一1形成之複合感染病徵（FC-2530）.

Fig. 2. Symptoms caused by different virus/viruses on loofah plants (*Luffa cylindrica*)
(A) severe mosaic and/or rugose by zucchini yellow mosaic virus (ZYMV-7)
(B) mosaic by watermelon mosaic virus-1 (FC-2489)
(C) irregular chlorotic and mosaic by cucumber mosaic virus at early stage
(D) chlorotic and mosaic by the unidentified virus (FC-656)
(E) symptoms by mixed inoculation of zucchini yellow mosaic virus and watermelon mosaic virus-1 (FC-2530).

紋，尤其是接種初期嵌紋病徵更為明顯。但在瓊脂免疫擴散試驗，自絲瓜而得之 WMV-1 分離株(FC-2508)，雖然與 WMV-1FL抗血清沒有交叉反應，但所形成的沈澱帶則較弱。從絲瓜而得之WMV-1與自其他瓜類分離而得之WMV-1分離株，是否有某些特性上的差異，實值得進一步探討。

CMV為一種分佈很廣、發生極為普遍的病毒[16]。在本省諸如葫蘆科瓜類[6]，豆科[8]，茄科[12]

，十字花科[12]及香蕉均有CMV 存在[4]。許等[6]謂本省栽培之葫蘆科瓜類，一般均可發現CMV，然感染率偏低；其原因可能與寄主植物之抗病性有關。本試驗所得結果，發現絲瓜感染 CMV的頻率亦低，推測可能是絲瓜感染CMV後期病徵減輕或消失，因而影響田間採樣。此點似可由ELISA偵測的結果來加以求證，因爲凡偵測CMV感染的樣品，絕大部份是與 ZYMV 或 WMV-1 所複合感染。

綜合本研究，吾人似可推測目前本省絲瓜的栽培所面臨的病毒問題，主要乃以ZYMV與WMV-1爲主。初步接種試驗顯示農友"七美"之絲瓜及稜角絲瓜對上述兩個病毒均有某種程度的抵抗性。選擇抗病品種以減少病毒的爲害，似爲一種確實可行之途。

引用文獻

1. ____.1984・瓜類栽培・豐年叢書761—4：154—165。

2. ____.1987・兩種瓜類病毒之純化及血清製備：西瓜嵌紋病毒—1及胡瓜嵌紋病毒・臺灣省農業試驗所75年度年報・P. 86. 臺灣省農業試驗所編印。

3. 周廷光、楊秀吉、黃品嫣、鐘淑貞・ 1975・臺灣絲瓜簇葉病之研究（Ⅲ）—絲瓜菱紋浮塵子之傳播・植保會刊 17：384—389。

4. 吳瑞鈺・1982・引起香蕉嵌紋之胡瓜嵌紋病毒系統・臺灣大學植病蟲害學研究所碩士論文 82pp.

5. 許秀惠、王惠亮、黃秋雄・1985・矮南瓜黃化嵌紋病毒之分離與鑑定・中華農業研究34：87—95。

6. 許秀惠、黃秋雄、張清安、楊偉正、張有明、蕭吉雄・1987・ 五種瓜類病毒在本省六種葫蘆科作物上之發生與分佈・植保會刊29：233～244。

7. 張清安、柯南靖・1982・感染絲瓜之新病毒—絲瓜嵌紋病毒之鑑定・植保會刊24（4）： 281（論文摘要）。

8. 張清安・1983・胡瓜嵌紋病毒與黑眼豇豆嵌紋病毒複合感染引起的長豇豆皺葉嵌紋病・植保會刊 25:177—190。

9. 楊秀吉、周廷光、鐘淑貞、黃品嫣・ 1974・臺灣絲瓜簇葉病之研究（Ⅰ）—發生，病徵及傳染試驗・植保會刊 16：162—166。

10. 鐘淑貞、黃品嫣、楊秀吉、周廷光・1975・臺灣絲瓜簇葉病之研究 （Ⅱ）—病組織之電子顯微鏡觀察・植保會刊17：329—332。

11. Clark, M. F. and A. N. Adams. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34 : 475-483.

12. Green, S. K. 1986. Virus diseases of tomato and Chinese cabbage in Taiwan and sources of resistance. In "Virus Diseases of Horitcultural Crops in the Tropics and Subtropics", FFTC Book Series No. 33. P. 71-83. Food and Fertilizer Technology Center, Taipei , Taiwan.

13. Huang, C. H. and S. H. Hseu. 1986. Zucchini yellow mosaic virus isolate from cucumber, *cucumis sativus*: Purification and serology. In "Virus Diseases of Horticultural Crops in the Tropics and Subtropics", FFTC Book Series No. 33. P. 43-50. Food and Fertilizer Technology Center, Taipei , Taiwan.

14. Huang, C. H., S. H. Hseu and Y. J. Chao. 1986. Purification and serology of an isolate of zucchini yellow mosaic virus. Jour. Agric. Res. China 35 : 495-503.

15. Lister, R. M. 1978. Application of the enzyme-linked immunosorbent assay to detect viruses in soybean seed and plants. Phytopathology 68 : 1393-1400.

16. Provvidentii, R. 1986. Viral disseases of cucurbits and sources of resistance. In "Virus Diseases of Horticultural Crops in the Tropics and Subtropics", FFTC Book Series No. 33. P. 20-36. Food and Fertilizer Technology Center. Taipei , Taiwan.

17. Purcifull, D. E. and D. L. Batchelor. 1977 Immunodiffusion tests with sodium dodecyl sulfate (SDS)-treated plant viruses and plant viral inclusions. Bulletin 783, 39pp. Agricultural Experiment Stations, University of Florida, Gainesville.

18. Purcifull, D. E. and E. Hiebert. 1979. Serological distinction of watermelon mosaic virus isolates. Phytopathology 69 : 112-116.

Identification and Comparison of Different Viruses on Symptom Expression in Loofah[1]

C. H. Huang, Y. J. Chao, C. A. Chang, S. H. Hseu[2] and C. H. Hsaio[3]

Summary

In the summer of 1986, 101 loofah (*Luffa cylindrica* Roem) leaf samples with mild to severe mosaic, and/or rugose symptoms were collected from Nan-tou and Yun-lin areas. The samples were proceeded to assay the presence of zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), watermelon mosaic virus-1 (WMV-1), watermelon mosaic virus-2 (WMV-2), cucumber mosaic virus (CMV) and cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) by ELISA. In the meanwhile, 35 samples with different types of symptoms were selected and inoculated onto zucchini seedlings for the purpose of virus detection by SDS-immunodiffusion tests, however, there were only 18 virus isolates recovered after inoculation. Based on ELISA and SDS-immunodiffusion tests, there were at least four viruses, ie. , ZYMV, WMV-1, CMV and one unidentified virus, occurring on loofah plants in the fields. Results also showed that ZYMV was the most common virus presented in the fields following WMV-1 and CMV, and the presence of the unidentified virus, so far, is still unknown. Symptoms produced on loofah plants indicated that ZYMV caused severe mosaic and rugose symptoms similar to those observed in the fields, WMV-1 and the unidentified virus only produced mosaic, CMV caused chlorotic or irregular mottling during the earier stage but becoming mild or disappeared later. Generally, mixed infections of ZYMV and WMV-1 produced symptoms similar to those caused by ZYMV alone indicating that the severe mosaic or rugose symptoms observed in the fields were mainly due to ZYMV. Of the 4 *Luffa* spp. tested, all were susceptible to CMV although the symptoms were masked at the late stage or during the summer season. Cultivars of *Luffa cylindrica* '7 Beauty' and *Luffa acutangula* seemed to be somewhat tolerant to ZYMV and WMV-1. Based on these studies, we, therefore, conclude that ZYMV and WMV-1 are the two major viruses threatening the current commercial cultivars of loofah plants in Taiwan.

(Key words: Virus identification, cucurbit viruses, loofah, vegetable sponge.)

---

1. Contribution No. 1378 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Plant Pathologist, Project Employee, Assistant, and Assistant Plant Pathologist, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan. R. O. C.

3. Senior Horticulturist and Head, Department of Horticulture, TARI, Wufeng. Taichung, Taiwan, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36(4)：421～428（1987）

柑橘葉蟎之抗藥性及其防治[1]

吳子淦　　羅幹成[2]

摘要：以 16 種殺蟎劑及 1 種殺卵劑對關西、霧峰、竹崎三地區柑橘園採回的柑橘葉蟎（*Panonychus citri*（McGregor））作藥效測試。柑橘葉蟎對覆滅蟎及克氯蟎沒有產生抗藥性，對其餘藥劑皆有抗性發生。

竹崎品系葉蟎對愛殺松、亞環錫；關西品系葉蟎對殺蟎多、蟎離丹有10倍以上抗藥性比值。所用殺蟎劑中：西脫蟎、大脫蟎、飛克松、三亞蟎、芬普寧及能死蟎對三品系柑橘葉蟎都有很高的毒效。對天敵—長尾捕植蟎 *Amblyseius herbicolus*（Chant）的毒性，以西脫蟎及能死蟎最小，飛克松次之，毒性最大的是三亞蟎及芬普寧。

田間毒效指數代表殺蟎劑田間使用濃度和對柑橘葉蟎的 LC_{75} 的比值。霧峰品系葉蟎對愛殺松、三亞蟎、西脫蟎、能死蟎；竹崎品系對西脫蟎、能死蟎；關西品系對飛克松、三亞蟎、能死蟎、西脫蟎都有較大的比值。表示這些藥劑可以降低在柑橘園的使用濃度以配合長尾捕植蟎進行生物防治。

對柑桔葉蟎卵的毒效以 Hexythiazox 較好，而且三品系的葉蟎對此藥劑還沒有產生抗藥性。三亞蟎的殺卵效果已因葉蟎產生抗性而使藥效降低。不同劑型的錫蟎丹對柑橘葉蟎毒效以水懸粉劑型較好。

柑橘葉蟎（*Panonychus citri*（McGregor））是柑橘主要害蟎，每年發生25至30代。為害柑橘葉片、嫩枝、果實，使被害部位出現小形而密集的灰白色斑點，導致落葉、落果[4]。長尾捕植蟎（*Amblyseius herbicolus*（Chant）是柑橘葉蟎的捕食性天敵，為本地優勢種，其分佈極為廣泛，在柑橘、芒果、荔枝、枇杷等果樹上都可發現其存在。為生物防治工作上甚具利用價值的天敵[3]。

利用藥劑防治柑橘葉蟎是最簡便最常被採用的方法。然而目前可供選用的殺蟎劑種類多達30餘種。不同的劑型，不同的化學結構，不同的殺蟎機制，加上對天敵不同的毒性，往往導致無法選擇合適的藥劑以供田間進行防治工作。

使用不適當的藥劑常使防治工作失去意義。為求達到柑橘保護的目的，只有更頻繁的使用藥劑。其結果除了會大量毒殺天敵之外[6]，更促使世代短，繁殖快速的柑橘葉蟎在巨大的藥劑選汰壓力之下發展出抗藥性，同時改變生存潛能，引發再猖獗現象[1]。

1．臺灣省農業試驗所　研究報告第 1379 號。　本研究為行政院農委會補助計畫76農建—8.1—糧—19(7)之成果。
2．本所應用動物系助理，研究員兼系主任，臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

爲防止上述問題繼續發生，必須先從繁多的藥劑中選出對柑橘葉蟎有毒效，而對天敵較無影響的殺蟎劑，以期能防止葉蟎爲害，又能降低對生態系統的干擾。此外，重要柑橘產區之柑橘葉蟎對藥劑感受性差異變化情形也應有所瞭解。不同地區的葉蟎對同一類殺蟎劑往往有不同程度的抗藥性。依照各地葉蟎及天敵的特性選用適當藥劑及濃度才能正確的對柑橘葉蟎進行防治工作。本研究即是針對上述需要而進行試驗工作。

材料與方法

柑橘葉蟎（*Panonychus citri*（McGregor)），於1986年內分別由竹崎（嘉義），霧峰（臺中）農業試驗所及關西（新竹），三地區柑橘園採回。飼育在實驗室內培育之檸檬幼苗上，隔離繁殖，以提供試驗用蟲源。依採回的地區分別稱爲竹崎（Chuchi），霧峰（TARI）及關西（Kuanhsi）品系。

長尾捕植蟎（*Amblyseius herbicolus*（Chant)）由竹崎地區柑橘園內採回，直接供作藥劑試驗。

本試驗所用殺蟎劑共 17 種，除 Hexythiazox, 10 WP 由日本曹達公司提供之外，皆爲市售商品。計有愛殺松（Ethion, 46.5 EC），飛克松（Prothoate, 40 EC），得拉松（Dialifor, 47 EC），錫蟎丹可濕性粉劑及水懸粉兩種劑型（Cyclohexatin, 50 WP 及 50 FP），亞環錫（Azocyclotin, 25 WP），西脫蟎（Benzomate, 20 EC），克氯蟎（Chloropropylate, 22 EC），覆滅蟎（Formetanate, 50 SP），大脫蟎（Dinobuton, 30 EC），三亞蟎（Amitraz, 20 EC），能死蟎（Nissol, 25 EC），殺蟎多（PPPS, 55 EC），歐蟎多（Propargite, 57 EC），蟎離丹（Oxythioqinox, 25 WP），新殺蟎（Bromopropylate, 25 EC），及芬普寧（Fenpropathrin, 10 EC）。所有藥劑皆以水稀釋成系列濃度，以供試驗之用。

藥劑試驗方法仿吳等（1985）報告[2]。將 3.5×1.5cm 之柑橘葉片，葉背朝上，放置在裝有 0.2%洋菜膠，直徑 6.5cm 的培養皿內。移入柑橘葉蟎的雌成蟎到此葉片上。成蟎直接接受藥劑處理或讓其產卵兩天，而後移去成蟎以卵供作藥劑試驗。利用 Burkard Spray Tower 噴灑 1ml 藥劑稀釋液。5 種濃度，3 重覆，48小時後記錄雌成蟎死亡情形。在藥劑處理後 7 天觀察卵之孵化率。以 Finney（1971）方法[14]分析所需數值。

長尾捕植蟎處理方法如同上述。惟鑑於捕植蟎行動快速，受驚擾後易逃入洋菜膠中。且此種捕植蟎有自相捕食習性，爲避免影響實驗結果，以單隻雌成蟎分別接受藥劑處理。48小時後計算死亡率。

結　果

柑橘葉蟎（*Panonychus citri*）對所用16種殺蟎劑，除了 Formetanate 及 Chloropropylate 沒有抗藥性產生之外，對其餘藥劑皆已有多少不等的抗性（表 1）。依據 Decker et al.(1952) 報告[12]，害蟲抗藥性比值（Resistance ratio）超過 5 倍以上，將使藥劑在田間失去防治效果，低於 5 倍者，將表現出耐藥性。表 1 結果顯示，竹崎品系葉蟎對 Ethion 及 Azocyclotin，關西品系葉蟎對 PPPS 及 Oxythioquinox 有10倍以上的抗藥性比值。這四個藥劑是否能繼續在該地區使用將值得進一步檢討。

竹崎品系葉蟎對 Cyclohexatin 水懸粉劑型，Dinobuton, Amitraz 及 Oxythioquinox 等藥劑有 5 倍以上的抗性比值。關西品系葉蟎只對 Ethion 一個藥劑有 5 倍以上抗性。顯示柑橘葉蟎對殺蟎劑的抗藥性產生情形是有區域性的。在一個地區失效的藥劑，在另一個地區還有可能發揮防治效果。

由於作爲比較用的霧峰品系柑橘葉蟎是由田間採回，在田間並未停止對該品系葉蟎的藥劑選汰，

Table 1. Acaricide resistance in three strains of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregar), collected from citrus orchards in TARI, Chuchi and Kuanhsi.

Acaricides	TARI		Chuchi			Kuanhsi		
	LC_{50}[1] (95% FL)	Slope±SE	LC_{50} (95% FL)	Slope±SE	RR[2]	LC_{50} (95% FL)	Slope±SE	RR
Ethion	32.68 (25.42–40.78)	2.02±0.32	2091.06 (1889.68–2315.87)	3.2 ±0.29	64.0	185.44 (153.13–217.76)	2.52±0.26	5.7
Prothoate	48.14 (42.62–54.81)	1.83±0.16	99.12 (86.54–112.77)	2.26±0.18	2.1	101.24 (90.41–113.09)	4.75±0.56	2.1
Dialifor	146.07 (118.07–174.97)	1.74±0.18	516.27 (420.54–611.68)	2.42±0.31	3.5	323.7 (252.89–389.99)	2.25±0.23	2.2
Cyclohexatin[3]	141.4 (118.38–165.94)	3.1 ±0.4	523.01 (407.16–671.08)	1.43±0.19	3.7	342.62 (283.65–424.43)	1.92±0.22	2.4
Cyclohexatin[4]	27.11 (21.55–32.77)	2.52±0.3	239.35 (194.83–288.6)	2.25±0.26	8.8	130.8 (110.74–155.44)	2.28±0.23	4.8
Azocyclotin	44.68 (37.41–54.08)	2.68±0.4	1079.16 (923.13–1287.38)	2.49±0.3	24.2	117.16 (96.43–149.14)	2.17±0.31	3.0
Benzomate	6.99 (6.08–8.02)	2.29±0.21	14.26 (11.67–16.86)	3.2 ±0.46	2.0	22.31 (19.78–25.05)	4.19±0.43	3.2
Chloropropylate	532.57 (424.57–643.69)	2.08±0.26	167.61 (92.65–233.69)	1.34±0.27	0.3	722.11 (601.61–864.1)	2.43±0.3	1.4
Formetanate	783.78 (646.77–972.1)	1.86±0.21	418.55 (338.8–529.62)	1.68±0.26	0.5	362.96 (301.26–430.78)	2.12±0.21	0.5
Dinobuton	10.92 (8.96–13.92)	1.49±0.17	60.98 (53.48–71.63)	2.13±0.2	5.6	16.16 (14.37–18.17)	3.82±0.37	1.5
Amitraz	9.77 (7.3–13.29)	1.36±0.17	56.98 (49.98–65.92)	2.24±0.19	5.8	23.24 (19.25–27.33)	2.44±0.25	2.4
Nissol	14.09 (11.78–16.62)	2.0 ±0.17	41.4 (35.5–47.89)	2.87±0.28	2.9	26.36 (22.9 –30.33)	3.04±0.3	1.9
PPPS	19.42 (15.26–24.44)	1.63±0.21	77.3 (62.95–93.12)	2.11±0.24	4.0	209.2 (183.03–239.2)	3.0 ±0.26	10.8
Propargite	57.41 (47.21–68.25)	2.7 ±0.34	117.54 (86.84–151.56)	1.65±0.29	2.0	230.13 (198.84–265.23)	2.98±0.3	4.0
Oxythioquinox	194.85 (121.48–388.41)	1.16±0.21	1398.52 (1124.46–1699.88)	1.84±0.21	7.2	6903.17 (5550.17–9305.31)	1.58±0.18	35.4
Bromopropylate	61.96 (51.52–74.22)	2.23±0.26	259.31 (195.7–325.52)	1.71±0.24	4.2	182.2 (151.73–217.13)	2.12±0.22	2.9
Fenpropathrin	6.33 (4.69–8.02)	1.77±0.24	19.29 (15.72–23.18)	2.18±0.24	3.0	30.46 (24.78–38.45)	1.71±0.2	4.8

1. Expressed as μg/ml.
2. Resistance ratio = LC_{50} of Chuchi or Kuanhsi strain/LC_{50} of TARI strain.
3. Wettable powder.
4. Flowable powder.

因此，其已具有某種程度的抗藥性。以此品系葉蟎對藥劑的感受性為基準，將會使其它品系的葉蟎對藥劑呈現出低倍抗性的假象。

Formetanate 是擁有 amidine moiety 的氨基甲酸鹽類藥劑。沒有推薦用在柑橘葉蟎的防治[8]，葉蟎對它也沒有產生抗藥性，說明了柑橘葉蟎對它的抗性機制可能與其它殺蟎劑並不類似。相

反的， Dinobuton 也未推薦在柑橘園使用，但是竹崎品系葉蟎對它已呈現出5.6倍的抗性。

表 1 所選用的藥劑，以 Benzomate, Dinobuton, Prothoate, Amitraz, Fenpropathrin 及 Nissol 對柑橘葉蟎有比較强的毒效。Otake (1984) [20] 指出柑橘葉蟎棲羣對 Benzomate 的抗性發展和藥劑處理的次數有密切關係。不論 Benzomate 是單獨使用或混合使用，在施藥 3 至 4 次後即產生抗藥性。在本省， Benzomate 至少已使用了十數年，藥效依然甚佳。 Amitraz 屬於 Formamidine 類型的殺蟲及殺蟎劑。對成蟎，若蟎及卵都有毒效 [16] 。Amitraz 對柑橘葉蟎有很强的毒性，但是葉蟎也容易對它產生抗藥性。表 2 也證明了竹崎、關西品系葉蟎卵對 Amitraz 抗性升高的速度比成蟎者快。Amitraz 對長尾捕植蟎的毒性相當的高（表 4 ）。Fenpropathrin 屬除蟲菊類藥劑，對柑橘葉蟎有很好的毒效（表 1 ），但缺點也是對天敵毒性太强，對天敵劇毒幾乎是除蟲菊類藥劑共有的特點 [2,22] 。

Table 2. Ovicidal effect of Hexythiazox and Amitraz on the citrus red mite, *Panonychus citri.*

Acaricides	TARI	Chuchi		Kuanhsi	
	LC_{50}[1] (95% FL)	LC_{50} (95% FL)	RR[2]	LC_{50} (95% FL)	RR
Amitraz	11.95 (11.06—12.93)	64.45 (49.2 —84.8)	5.5	40.77 (36.06—46.74)	3.4
Hexythiazox	7.1 (6.71— 7.52)	4.03 (3.27— 4.77)	0.6	3.75 (3.05— 4.51)	0.5

1. Expressed as μg/ml.
2. Resistance ratio=LC_{50} of Chuchi or Kuanhsi strain/LC_{50} of TARI strain.

有機錫類殺蟎劑作用比較慢，因此，提高劑量與增加的葉蟎死亡率在 48 小時的觀察間內，並沒有顯著的相關性。使用高劑量時，劑量—死亡直線的斜率將會較小，而使葉蟎表現出人爲增加的抗藥性 [13] 。Azocyclotin 及不同劑型的 Cyclohexatin 對竹崎、關西品系柑橘葉蟎都有較小的劑量—死亡直線斜率（表 1 ）。不同的劑型也使葉蟎表現出不同的抗藥性倍數。三個品系的柑橘葉蟎對水懸粉劑（FP） 劑型的 Cyclohexatin 的劑量—死亡直線斜率幾乎一致，而且斜率值比可濕性粉劑劑型的 Cyclohexatin 所表現出來的高，FP 劑型也有較低的 LC_{50} 值，證明 FP 劑型可以有效的幫助 Cyclohexatin 進入柑橘葉蟎體內以發揮藥效。

有機錫殺蟎劑具有很好的選擇性，對天敵毒性甚低 [2] 。但在本試驗中，Cyclohexatin 及 Azocyclotin 對柑橘葉蟎的毒效僅屬中等（表 1 ）。竹崎品系柑橘葉蟎對 Azocyclotin 更擁有24倍的抗性。因此，若欲繼續在田間使用此類殺蟎劑作綜合防治，就必須先減低它對葉蟎的選汰壓力。方法之一就是和不同作用機制的殺蟎劑輪用或混合使用，尤其是和沒有交互抗性的新殺卵劑如Hexythiazox 配合使用 [13] 。

Hexythiazox 是殺卵劑，對成蟎無毒效。在本試驗中，對柑橘葉蟎卵有很好的藥效，而且未發現有抗藥性產生（表 2 ）。此或與本藥劑尚未在田間推廣使用有關。已有報告指出此藥劑對天敵甚爲安全，是配合天敵作生物防治的理想藥劑 [17] 。

天敵之所以不易在田間和害蟎共存的原因，除了一般藥劑對天敵毒性較高之外，天敵容易受到食餌因素的限制也是一個重要原因 [10] 。欲改善這個問題，使用對天敵毒性較小的藥劑及降低田間藥劑使用濃度以維持一定比例的害蟎生存供天敵取食，當屬必要。

田間毒效指數（Field toxicity index）指出何種藥劑較有降低使用濃度潛能（表 3 ）。毒效指數值愈大，表示其 LC_{75} 值愈小，即對柑橘葉蟎愈有防治效果，或是田間推荐使用濃度過高，應該降低使用濃度，以配合生物防治。

Table 3. Field toxicity index of acaricides in three strains of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor).

Acaricides	TARI		Chuchi		Kuanhsi		Recommerded[1] control conc. (A. I.)
	LC_{75}[1]	FTI[2]	LC_{75}	FTI	LC_{75}	FTI	
Ethion	70.49	8.2	3395.33	0.2	343.62	1.7	580
Prothoate	112.32	4.5	197.21	2.5	140.34	3.6	500
Dialifor	356.93	1.3	979.29	0.5	644.72	0.7	470
Cyclohexatin[3]	233.32	1.1	1549.06	0.2	767.73	0.3	250
Cyclohexatin[4]	50.22	2.5	477.34	0.3	258.02	0.5	125
Azocyclotin	79.67	2.1	2014.93	0.1	239.42	0.7	167
Benzomate	13.77	9.7	23.16	5.7	32.32	4.1	133
Chloropropylate	1124.27	0.2	535.09	0.5	1367.65	0.2	250
Amitraz	30.56	6.5	113.83	1.8	43.87	4.6	200
Nissol	30.62	20.4	71.18	8.8	43.95	14.2	625
PPPS	50.37	5.5	161.21	1.7	351.01	0.8	275
Propargite	102.05	2.9	300.65	1.0	387.49	0.8	300
Oxythioquinox	744.25	0.7	3253.26	0.2	18430.10	0.03	500
Bromopropylate	124.35	4.0	641.91	0.8	379.34	1.3	500
Fenpropathrin	15.23	4.4	39.27	1.7	75.52	0.9	67

1. Expressed as μg/ml.
2. Field toxicity index = Recommended concentration used for mite control/LC_{75} of the citrus red mite.
3. Wettable powder.
4. Flowable powder.

Table 4. Toxicity of some acaricides to Chuchi strain of phytoseiid mite, *Amblyseius herbicolus* (Chant).

Acaricides	Concentration μg/ml	Number of[1] mite tested	Number of mite died	% Mortality
Benzomate	1000	32	15	46.9
	100	32	6	18.8
Nissol	1000	60	48	80
	100	60	27	45
Fenpropathrin	10	48	48	100
	1	48	38	79.2
	0.1	48	10	20.8
Prothoate	100	40	27	67.5
	10	45	15	33.3
Amitraz	10	45	45	100
	1	40	22	55

1. Adult female phytoseiid mite.

Nissol 及 Benzomate 對三品系的葉蟎有最高的毒效指數值（表 3）。田間使用這兩個藥劑時可以考慮適度的降低用藥量。此兩藥劑對天敵毒性也很小（表 4），是很理想，可以和生物防治工作相配合的殺蟎劑。 Prothoate 對三品系葉蟎有次高的毒效指數值，對天敵及葉蟎的毒性接近（表 4）。若能在田間合理的降低用藥量，則對長尾捕植蟎棲羣應無太大的毒害。在霧峰或關西柑橘園使用 Amitraz 時也可以考慮降低它的使用濃度。但是 Amitraz 對天敵的毒性如同 Fenpropathrin, 是表四所列的殺蟎劑中最毒的。除非預先給予天敵避難場所，或選擇性的使用(Selective use pattern) Amitraz 及 Fenpropathrin，否則不宜和天敵同時使用防治柑橘葉蟎 [7,9,19]。

討　論

本省柑橘園區一直依賴藥劑進行柑橘葉蟎（*Panonychus citri*）的防治工作。使用藥劑有速效，方便的優點，但是也使葉蟎產生抗藥性及再猖獗現象 [1,5]。不同地區的柑橘園用藥歷史不儘相同，葉蟎遭受到的選汰壓力也不一樣。同一種害蟎在某些情況下可以很快產生抗藥性，但在另一種狀況下則未必如此 [15]。因此，必須對不同地區的葉蟎進行抗藥性的調查，以了解抗藥性變化情形，才有可能合理、正確的選擇防治藥劑。

從抗藥性的觀點來看合理的害蟎藥劑防治工作，首先需要考量的就是要使用何種藥劑及使用多少劑量才不會引起害蟎產生抗藥性，而仍能達到防治效果。問題的答案之一，就是使用選擇性藥劑 [3]（Selective pesticides）及選擇性的使用藥劑（Selective use of pesticides），來配合其它的防治工作 [5,7,19]。

傳統的害蟎防治多依賴藥劑的使用，意味著絕大部分的害蟎將被殺滅。若配合生物防治或綜合防治，降低藥劑的使用濃度，則一定數量的害蟎被殺死，是屬於直接效益，同時殘留下來的害蟎可供作天敵的食餌。如此既降低了對害蟎的藥劑選汰壓力，減緩抗藥性的產生，又可保護天敵，誘發天敵產生抗藥性 [10]，維持生態系統的穩定。

Huffaker et al. (1970) 報告 [18] 指出，藥劑的使用會破壞葉蟎及天敵間的平衡關係，需要長時間才能回復到原有的平衡。況且天敵抗藥性的發生往往只針對少數相關的藥劑而已，對不同類別的藥劑則沒有抗性 [11]。釋放抗藥性天敵所以未能改善對葉蟎的生物防治，最重要的原因就是未能選用適當的藥劑及濃度以配合天敵的釋放工作。注意選擇使用藥劑較有可能使天敵產生抗藥性，發揮生物防治的效果 [21]。

一個成功的害蟎防治工作，須參考並運用各種可能的防治方法。而最重要的是，這些方法必須能彼此配合而不是互相抵消。因此在柑橘園進行葉蟎的防治工作時，若以整個生態系統爲著眼點，對害蟎抗藥性問題，以及藥劑對天敵毒害問題都加以考慮，方有可能將藥劑的負面影響減至最小，而得到較大的防治收益。

誌　謝

本實驗進行期間，承李珉玥、林秀蘭兩位小姐協助試驗工作，謹此申謝。

參考文獻

1. 何坤耀・1984・農藥引起柑橘葉蟎再崛起現象之觀察・植保會刊 26：99—108。
2. 吳子淦、林香如、羅幹成・1985・殺蟎劑對二點葉蟎 *Tetranycyus urticae* Koch 及加州捕植蟎 *Amblyseius californicus* (McGregor) 之選擇性・中華農業研究 34：469—476。
3. 張弘毅、曾義雄・1978・臺灣南部地區熱帶果樹之捕植蟎類調查・植保會刊 20：338—345。
4. 羅幹成、邱瑞珍・1985・臺灣柑橘害蟲及其天敵圖說・臺灣省農業試驗所特刊第二十號・霧峰・臺中。
5. 羅幹成、趙若素・1971・臺灣紅蟎抗藥性之初步研究・中華農業研究 25：23—36。
6. 羅幹成、趙若素・1975・一般農藥對兩種紅蟎重要天敵毒性之初步試驗・中華農學會報 新92：81—86。

7. 羅幹成、陶家駒·1964·柑橘紅蜘蛛天敵調查及藥劑防治對其安全之檢討·中華農學會報 新48：35—49。
8. 植物保護手册·1986· 6月·臺灣省政府農林廳編印。
9. Bartlett, B. R. 1963. The contact toxicity of some pesticide residues to Hymenopterous parasites and Coccinellid predators. J. Econ. Entomol. 56 : 694-698.
10. Croft, B. A., and K. Strickler. 1983. Natural enemy resistance to pesticides: Documentation, Characterization. Theory and Application. *in* "Pest resistance to pesticides". pp. 669-702. Georghiou, G. P., and T. Saito. eds. Plenum press. New York.
11. Davis, D. W., and S. C. Hoyt. 1979. Selective pesticides. *in* "Biological control and insect pest management". pp. 72-79. Davis, D. W., S. C. Hoyt, J. A. McMurtry, M. T. AliNiazee. eds. Division of Agricultural Sciences, University of California.
12. Decker, G. C., and W. N. Bruce. 1952. Housefly resistance to chemicals. Amer. J. Trop. Med. and Hyg. 3 : 395-403.
13. Edge, V. E., and D. G. James. 1986. Organo-tin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Australia. J. Econ. Entomol. 79 : 1477-1483.
14. Finney, D. J. 1971. Probit analysis. 3rd Edition. pp. 20-49.
15. Georghiou, G. P. 1983. Management of resistance in arthropods. *in*: "Pest resistance to pesticides". pp. 769-795. Georghiou, G ·P., and T. Saito. eds. Plenum press. New York.
16. Hollingworth, R. M., and A. E. Lund. 1982. Biological and neurotoxic effects of amidine pesticides. in "Insecticide mode of action". Coats, J. R. eds. Academic press. New York.
17. Hoy, M. A. and Y. L. Ouyang. 1986. Selectivity of the acaricides Clofentezine and Hexythiazox to the predator *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) J. Econ. Entomol. 79 : 1377-1380.
18. Huffaker, C. B., M. van de Vrie., and J. A. McMurtry. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review II. Tetranychid populations and their possible control by predator: an evaluation. Hilgardia. 40 : 391-458.
19. Jeppson, L. R., M. J. Jesser, and J. O. Complin. 1953. Timing of treatments for control of citrus red mite on orange trees in coastal districts of California. J. Econ. Entomol. 46 : 10-14.
20. Otake, A. 1984. Concluding remarks. *in* "Studies on acaricide resistance in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor), in Japan". T. Iwata et al. eds. Tokyo: Japan Plant Protection Association. pp. 88-104.
21. Strawn, A. J. 1978. Differences in response to four organophosphates in laboratory strains of *Aphytis melinus* and *Comperiella bifasciata* from citrus groves with different pesticide histories. M. S. Thesis, Univ. Calif. Riverside, 117 pp.
22. Wong, S. W., and R. B. Chapman. 1979. Toxicity of synthetic pyrethroid insecticides to predaceous phytoseiid mites and their prey. Aust. J. Agric. Res. 30 : 497-501.

The Resistance to Acaricides and the Control Efficiency of the Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina:Tetranychidae)[1]

Tze-kann Wu and Kang-chen Lo[2]

Summary

The citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor), collected from citrus orchards in Kuanhsi, Wufeng, and Chuchi were tested in the laboratory for their resistance to 16 acaricides and one ovicide. Though there was no development of resistance to formetanate and chloropropylate, resistance to other acaricides has been found in the citrus red mites.

The resistance ratio of Chuchi strain of the citrus red mite to ethion, azocyclotin and Kuanhsi strain to ppps, oxythioqinox were all above 10. Benzomate, dinobuton, prothoate, amitraz, fenpropathrin, and nissol were more toxic to adult female mite than other tested acaricides.

Phytoseiid mite, *Amblyseius herbicolus* (Chant), is one of the effective natural enemies on the citrus red mite in Taiwan. Benzomate and nissol, based on their low toxicity to the predatory mite, can be used as selective acaricides in IPM programs. While amitraz and fenpropathrin were highly toxic to *A. herbicolus* that they are considered not suitable for integrated mite control.

Field toxicity index is the ratio of recommended concentration of acaricides applied in field to the LC_{75}. Ethion, amitraz, benzomate, nissol in Wufeng; Benzomate, nissol in Chuchi; Prothoate, amitraz, benzomate, nissol in Kuanhsi citrus orchards had higher value than other acaricides, which means that their concentration applied in field should be reduced to benefit the natural enemies.

Hexythiazox was more toxic to eggs of the citrus red mite than amitraz. No hexythiazox resistance in egg stage of this phytophagous mite was developed. Compared with the toxicity of flowable powder and wettable powder of cyclohexatin, the former was more toxic to the citrus red mite.

---

1. Contribution No. 1379 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This project was granted by Council for Agriculture, Executive Yuan, R. O. C.

2. Junior Entomologist, Senior Entomologist and Head, respectively. Department of Applied Zoology, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, Republic of China

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36(4)：429～434 (1987)

臺灣為害瓜類薊馬之辨識方法[1]

王清玲　羅幹成[2]　朱耀沂[3]

摘要：在本省爲害瓜類的薊馬共有8種，其中屬於管尾亞目者1種，即中國薊馬（*Haplothrips chinensis* Priesner）。屬於錐尾亞目者7種，即臺灣花薊馬（*Frankliniella intonsa* (Trybom)）、豆薊馬（*Megalurothrips usitatus* (Bagnall)、檬果花薊馬（*Megalurothrips typicus* Bagnall）淡色薊馬（*Thrips flavus* Schrank）、花薊馬（*Thrips hawaiiensis* (Morgan)）、南黃薊馬（*Thrips palmi* Karny）、葱薊馬（*Thrips tabaci* L.）等。本文以圖解之檢索表鑑別此8種薊馬，並描述每一種的特徵。

早在1936年日人高橋良一曾做過臺灣薊馬的整理[7]，當時他認爲本省的薊馬已有相當良好的調查與分類基礎，因而整理文獻並親自採集、鑑定，將所有在本島上發生的薊馬做一總名錄，除薊馬之名稱外，並附有簡要之生物敍述。在高橋的報告中，共列了99種與3變種（variety）的薊馬，計有錐尾亞目46種，管尾亞目53種與3變種。

自1970年代開始，服務於經濟部商品檢驗局的陳連勝先生陸續有薊馬種類之調查報告發表，除了一般性之採集外，調查之作物尚包括玉米、大豆、茶樹等[1,2,4,5,6]。在陳氏的報告中，有不少薊馬新種或新記錄之發表。至今，本省薊馬種類已達一百六十餘種，其中包括錐尾亞目九十餘種，管尾亞目七十餘種。

在這些薊馬當中，不乏具經濟重要性者。近幾年來，瓜類作物如西瓜、多瓜等其上南黃薊馬爲害頗爲嚴重，甚爲引起注目，然而瓜類作物上之薊馬不只一、二種，若不詳加區別，很容易引起混淆。

對於瓜類作物上薊馬，經過實地採集以及整理以往之各項資料、記錄[3]，共得8種。包括錐尾亞目7種，管尾亞目1種。本文將此8種薊馬，一一予以描述，然而因此8種薊馬之中，有些種類之類緣甚爲相近，外形上頗有相似之處，往往成爲鑑識上之困難，故又以一檢索圖，來區分這些種類。

一、臺灣花薊馬*Frankliniella intonsa* (Trybom)

異名：*Physapus ater* De Greer, 1974
Thrips intonsa Trybom, 1895
Thrips pallida Karny, 1907
Physapus brevistylis Karny, 1908
Frankliniella breviceps Bagnall, 1911
Frankliniella formosae Moulton, 1928

雌蟲：頭黃褐色。前胸黃褐，中、後胸淡褐。腹部褐色，第8至10節爲黑褐色。觸角褐色，僅第3至5節黃色。翅淡黃透明，足褐色。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1380 號。
2.本所應用動物系助理研究員、研究員兼系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3.臺大農學院植物病蟲害學研究所教授兼系主任。臺北市。

單眼前方剛毛（anteocellar setae）2對，前胸背板周緣有4對長剛毛。腹部第 8 節背板之梳狀剛毛（comb）中等發達，無間斷。前翅之上脈（upper vein）及下脈（lower vein）剛毛排列均勻。

雄蟲：體黃色。觸角前端黃色，第6至8節褐色。第 9腹背板有兩對矛狀剛毛（thorn-like setae）。第3至7腹板具有腺室（glandular area）。

寄主：南瓜、絲瓜、花生、豆類、柑桔、棉、甘藷、甘蔗、薔薇、紫薇、野牡丹、紅皮。

分布：臺灣、中國大陸、日本、韓國。

二、檬果花薊馬*Megalurothrips typicus* Bagnall

異名：*Megalurothrips typicus* Bagnall, 1915
Megalurothrips setipennis Karny, 1925
Taeniothrips varicornis Moulton, 1928
Taeniothrips setipennis Priesner, 1938
Taeniothrips typicus Mound, 1968

雌蟲：體深褐色。觸角深褐，第3節黃色，第4節兩端淡黃中間深色，第5節基部$\frac{1}{3}$灰黃，末端$\frac{2}{3}$灰褐。翅基部淡褐，中央及末端有兩明顯之淡褐色橫紋。足深褐色，跗節黃色。

頰部直幾近互相平行，後頭部有數條橫皺褶。單眼間剛毛（interocellar setae）很長，在兩個後單眼之前緣等高線上。前胸背板周緣具4對長剛毛。第8腹背板前緣有3、4排微毛（microtrichia），梳狀剛毛在兩側有，中央則無。前翅上脈基部剛毛4支，中央9到11支，有色帶部分無剛毛，翅脈末端剛毛2支。

雄蟲：腹部腹板無骨化突起物，無腺室。

寄主：絲瓜、檬果、酪梨。

分布：臺灣、印度、印尼、關島。

三、豆薊馬*Megalurothrips usitatus* (Bagnall)

異名：*Physothrips usitatus* Bagnall, 1913
Taeniothrips usitatus Hood, 1925
Physothrips usitatus var. *cinctipennis* Bagnall, 1916
Frankliniella nigricornis Schmutz, 1913
Taeniothrips nigricornis Priesner, 1938
Frankliniella obscuricornis Schmutz, 1913
Taeniothrips longistylus Karny, 1922

雌蟲：體褐暈或淡褐色。褐色種類之頭及第9或第8、9腹節顏色最深，前胸顏色最淡。其餘部分中等色度。觸角第1、2節顏色與頭部同深，第3節淡色，第4到8節稍褐。前翅上有兩條淡褐色橫紋。足黃色或淡褐色。

頰部直幾近互相平行，後頭部有數條橫皺褶。單眼間剛毛在兩後單眼前緣等高線之前方。前胸背板周緣具4對長剛毛。第8腹背板前緣有3、4排微毛，梳狀剛毛在兩側，中央無。前翅上脈基部有4支剛毛，中央9到11支，末端2支。

雄蟲：比雌蟲色淡。第9腹節後緣附近有一對矛狀剛毛。

寄主：苦瓜、大豆、綠豆、紅豆、蠶豆、花生。

分布：臺灣、日本、香港、菲律賓、越南、爪哇、印度、澳洲。

四、淡色薊馬*Thrips flavus* Schrank

異名：*Thrips flava* Schrank, 1776

Thrips melanopa Schrank, 1781
Thrips ochraceus Ruricola, 1841
Physothrips flavidus Bagnall, 1916
Thrips flavidus Bagnall, 1916
Thrips clavus Moulton, 1928
Taeniothrips luteus Oettingen, 1935

雌蟲：體淡黃色。觸角淡黃色，第3、4節末端⅔及5到7節呈褐色。翅淡色透明，足淡黃色。

單眼間剛毛位在單眼間之三角區域內。前胸背板只在後側方有2對長剛毛。腹部第2背板側方剛毛4支，第8腹背板梳狀剛毛完全。前翅上脈基部具7支剛毛，末端3支分開很遠。下脈具12—13支剛毛。

雄蟲：體型較小，顏色較淡。第3到7腹板具圓形之腺室。

寄主：各種瓜類、菜豆、茼蒿、葱、茄子、茶、甘藷、木棉、玉米、苜蓿、紫花地丁、山菊、波口針、鷄角刺、百合、柳、棉、馬纓丹、含羞草。

分布：臺灣、中國大陸、印度、菲律賓、日本、韓國、歐洲、北美洲、西伯利亞、高加索等地。

五、花薊馬*Thrips hawaiiensis* (Morgan)

異名：*Euthrips hawaiiensis* Morgan, 1913
Thrips florum Schmutz, 1913
Thrips rhodamniae Schmutz, 1913
Thrips magnipes Schmutz, 1913
Thrips albipes Bagnall, 1914
Physothrips pallipes Bagnall, 1916
Thrips versicolor Bagnall, 1926
Taeniothrpis eriobotryae Moulton, 1928
Taeniothrips rhodomyrti Priesner, 1938

雌蟲：頭黃色。胸部黃或黃褐，腹部黑褐。觸角褐色僅第3節黃色。翅淡褐色但基部⅓透明無色。足淡黃色。

單眼間剛毛位在單眼三角區域之外。前胸背板後緣具2對長剛毛。第8腹背板梳狀剛毛完全。前翅上脈基部剛毛7支，末端3支，分開較遠。

雄蟲：體較小，類色淡黃。第2到9腹板有副剛毛 (accessory setae) 。

寄主：絲瓜、玉米、葱、百合、水仙、香蕉粟、桑、蘿蔔、相思樹、柑桔、菜豆、月桔、荔枝、棉、木槿、山茶、蕃石榴、牡丹、夾竹桃、甘藷、甘蔗、茶、西香蓮。

分布：臺灣、中國大陸、夏威夷、東半球普遍分布。

六、南黃薊馬*Thrips palmi* Karny 1925

異名：無。

雌蟲：體淡黃色。觸角第1、2節淡黃，第3節深黃，4到7節褐色。翅淡色透明。足淡黃。

單眼間剛毛位在前單眼之兩旁，亦即在單眼三角區域之外。前胸背板後緣兩側有2對長剛毛。第2腹板兩側各具4支剛毛。第8腹板具完全之梳狀剛毛。前翅前緣具23到25支剛毛，上脈基部7支剛毛，末端3支。

雄蟲：個體較小而狹窄，顏色較淡。

寄主：各種瓜類、茄子、青椒、辣椒、馬鈴薯、大豆、菜豆、番薯、菊花、大理花、苜蓿、萵苣、向日葵、桑、梨、桃、柑桔、茶等。

分布：臺灣、中國大陸、菲律賓、馬來西亞、印尼、印度、新加坡、巴基斯坦、香港、日本。

七、葱薊馬 *Thrips tabaci* L.

異名：*Thrips tabaci* L., 1889
Thrips communis Uzel, 1895
Thrips bremnerii Moulton, 1907
Thrips bicolor Karny, 1907
Thrips hololeucus Bagnall, 1914
Thrips adamsoni Bagnall, 1923
Thrips debilis Bagnall, 1923
Thrips frankeniae Bagnall, 1926
Thrips dorsalis Bagnall, 1927
Thrips dianthi Moulton, 1936

雌蟲：體黑褐或黃褐。觸角第 1 節灰黃色，第 3 到 5 節基部灰黃色，其餘部分均為褐色。

單眼間剛毛位在前單眼之兩旁，亦即在單眼三角區域之外。前胸背板後緣具 2 對長剛毛。腹部第 2 背板兩側各具 2 支剛毛，第 8 腹背板梳狀剛毛完全。第 9 腹節僅具 1 對盤蓋孔 (discol pore) 。前翅上脈具11支剛毛，基部 7 支，末端 4 支。下脈具13支剛毛。

寄主：瓜類、葱、韮、洋葱、蒜、花椰菜、包心菜、甘藍、豆類、番茄、蘿蔔、甜菜、玉米、棉花、綠蘆筍等。

分布：臺灣及全世界。

八、中國薊馬*Haplothrips chinensis* Priesner 1933

異名：*Haplothrips subtilissimus* f. *floricola* Moulton (nec Priesner), 1928

雌蟲：體黑色。觸角黑色，但第 3 到 6 節黃色，有時第 4 到 6 節末端淡褐色。足黑色，僅前足脛節與三足之跗節淡黃色。

身體主要剛毛呈鈍狀。第 9 腹背中央剛毛末端尖細 。 觸角 9 節 ， 第 3 節具一個感覺錐 (sense cone) 。前足跗節具一齒狀突起。

寄主：絲瓜、葱、板栗、茉莉、柑桔、山茶、百合、菊、蜀葵、棉、甘藷、月桔、桑、荔枝、水仙、水芹、梅、何首烏、葛、玫瑰、蘿蔔等、霍香薊、紫雲英、薊、雀稗、酢醬草。

分布：臺灣、中國大陸、日本、韓國。

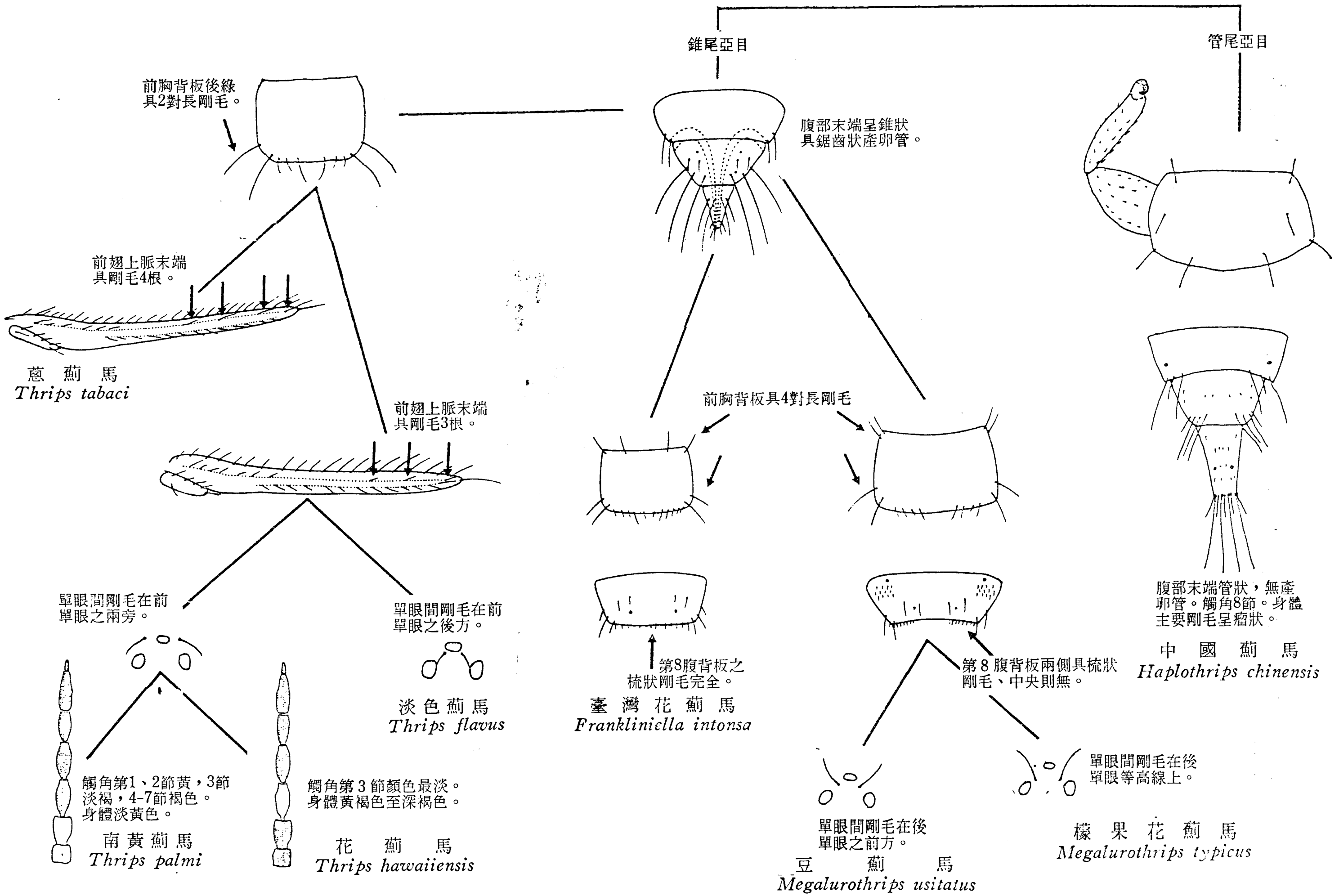
誌　謝

商品檢驗局陳連勝先生悉心指點有關薊馬分類的技術與常識，謹此誌謝。

參考文獻

1. 陳連勝・1978・臺灣玉米薊馬種類及其分布情形。科學發展月刊 6 (6) ：579—592。
2. ——・1979・臺灣茶樹薊馬・植保會刊21：377—382。
3. 臺灣植物害蟲名彙・1965・臺灣省檢驗局・植物檢疫資料第五號・278pp. (esp. pp. 18-25) 。
4. Chen, L. S. 1979. Thrips of leguminous plants in Taiwan. Proc. Nat. Sci. Counc・3(4)：414-428.
5. ——・1981. Studies on the Panchaetothripinae in Taiwan. Pl. Prot. Bull. 23：117-130.
6. ——・1982. Studies on the subfamily Idolothripinae in Taiwan. Phytopathologist & Entomologist, NTU：53-67.
7. Takahashi, R. 1936. Thysanoptera of Formosa. The Phil. J. of Sci. 60(4)：427-458.

臺灣瓜類薊馬檢索圖


錐尾亞目
管尾亞目
前胸背板後緣
具2對長剛毛。
腹部末端呈錐狀
具鋸齒狀產卵管。
前翅上脈末端
具剛毛4根。
蔥 薊 馬
Thrips tabaci
前翅上脈末端
具剛毛3根。
前胸背板具4對長剛毛
單眼間剛毛在前
單眼之兩旁。
單眼間剛毛在前
單眼之後方。
淡色薊馬
Thrips flavus
觸角第1、2節黃，3節
淡褐，4-7節褐色。
身體淡黃色。
南黃薊馬
Thrips palmi
觸角第3節顏色最淡。
身體黃褐色至深褐色。
花 薊 馬
Thrips hawaiiensis
第8腹背板之
梳狀剛毛完全。
臺灣花薊馬
Frankliniella intonsa
第8腹背板兩側具梳狀
剛毛、中央則無。
單眼間剛毛在後
單眼之前方。
豆 薊 馬
Megalurothrips usitatus
單眼間剛毛在後
單眼等高線上。
檬果花薊馬
Megalurothrips typicus
腹部末端管狀，無產
卵管。觸角8節。身體
主要剛毛呈瘤狀。
中國薊馬
Haplothrips chinensis

The Identification of Thrips on Cucurbits[1]

C. L. Wang, K. C. Lo[2] and Y. I. Chu[3]

Summary

There are eight species of thrips on cucurbits in Taiwan : *Frankliniella intonsa* (Trybom), *Megalurothrips typicus* Bagnall, *Megalurothrips usitatus* (Bagnall) , *Thrips flavus* Schrank, *Thrips hawaiiensis* (Morgan), *Thrips palmi* Karny, *Thrips tabaci* L., and *Haplothrips chinensis* Priesner. This paper gives the brief description of these thrips, and uses a pictorial key to identify them.

---

1. Contribution No. 1380 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Entomologist, Head and senior entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan41301, ROC.
3. Head of Department of Plant Pathology and Entomology, NTU, Taipei , Taiwan 10742, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）36(4)：435～444 (1987)

土壤添加物防治豌豆萎凋及根腐病之研究[1]

林益昇　羅朝村[2]

摘要：豌豆萎凋及根腐病菌之厚膜孢子在酸性土壤中皆可發芽良好，其發芽率隨 pH 值上升而降低，但在pH 4－7之間，並不影響病害發生程度，惟有 pH7.4 之處理才有顯着差異。在溫室裡，添加不同劑量之氰氮化鈣，SH 混合物，及石灰於土中（pH4.2），可提高容積土壤及根圈土壤之 pH 值，但隨時間之增加，根圈土壤 pH 值會被中和而趨近於 6－7 之間。氰氮化鈣可抑制萎凋及根腐病菌及其引起之病害，SH 混合物則僅抑制萎凋病（菌），而石灰處理則毫無抑制作用。在新社試驗田（萎凋病），經上述土壤添加物處理後，各種添加物皆不太影響容積土壤之 pH 值。一九八五年期，各種添加物並不影響土壤中病原菌之族羣密度，但是氰氮化鈣可抑制萎凋病的發生，而 SH 混合物（臺肥公司產品）及石灰處理則可延遲病勢的發展。一九八六年期，各種添加物亦不太影響土壤中病菌族羣密度，但是氰氮化鈣及SH混合物（實驗室製造）則可抑制萎凋病，石灰處理則否。土壤pH值似乎非其抑制因子，其抑制機構則有待進一步研究。

由 *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* Snyd. & Hans. 所引起之萎凋病和 *F. solani* f. sp. *pisi* Synd. & Hans. 所引起之根腐病本是省豌豆之重要病害 (13)。本省豌豆栽培，主要採多季裡作，與兩期水稻輪作（以下稱多季豌豆）。該二病害可因輪作水稻及種子處理而降低危害 (1,6)。但在其他季節裡，農友爲搶較高之市場價格，也競相在高冷地或蔬菜專業區與旱地蔬菜輪作豌豆（以下稱夏季豌豆），却嚴重發生萎凋及根腐病，甚至已成爲栽培夏季豌豆之限制因子，迄無適當防治方法。

適宜豌豆生長之溫度爲 20°C 以下 (3)，本省夏季豌豆之栽培，却爲高溫多濕的環境，尤其中、南部地區夏季之日平均溫度常高達28°C，不適豌豆生長，植株或因此易失一般抗性（general resistance）(7)。又適宜豌豆生長之土壤pH值爲6.5 (3)，而筆者調查夏季豌豆田之土壤pH值，除少數呈中性或微碱性外，大都偏酸性，尤其山坡地豌豆田，其土壤pH值在 4.5～5.5 範圍者俯拾皆是。這種環境或許給予豌豆植株某種程度的壓迫力（stress），易爲病菌所乘 (8)。前人報告 (7,10,11,16) 也指出酸性土壤較適宜若干鐮胞萎凋菌之發展，但 pH 值對豌豆萎凋及根腐病之影響如何？仍待進一步探討。上述不良環境條件下，要保護夏季豌豆生長的策略，或許應該是多方面的綜合防治。除了發展抗病品種之外，利用耕作方式及土壤添加物來保護根系發展，增强植株之一般抗性，或許可減少該二病害之危害。許多報告 (7,8,10,17) 發現土壤添加物可減少鐮胞菌引起的病害。最近本省推廣氰氮化鈣及 SH 混合物 (17) 於多種作物上，前者屬於一種有機肥料，兼能防治甘藍菌核病 (9)，和根瘤病 (19)；後者屬於有機和無機混合之添加物，對西瓜蔓割病 (2)，蘿蔔黃葉病 (4,5)，十字花科蔬菜根瘤病 (20)，及胡瓜疫病 (12) 有防治效果。除此外，SH 混合物也會抑制*Pythium aphanidermatum* 引起之胡瓜猝倒病（作者未發表），增强根系健康。

本論文研究氰氮化鈣，SH混合物及石灰等土壤添加物對土壤pH 值之影響，及對豌豆萎凋及根腐病之防治效果。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1381 號。本文蒙農委會補助，特致謝忱。

2.本所植病系研究員兼主任、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

一、試驗材料：

1.供試菌株爲本所植病系土壤傳染性植物病害研究室所保存之豌豆萎凋病菌及根腐病菌，代號分別爲Fop-73及Fsp-6 (13)

2.土壤添加物包括氰氮化鈣（Perlka, SKW Trostberg的產品，含N, 18%；CaO, 50%以上），石灰（輕質碳酸鈣，瑞元興化工廠）及 SH 混合物（Bagasse, 4.4%；Rice husk, 8.4%；Oyster shell powder, 4.25%；Urea, 8.25%；$CaHPO_4$, 13.16%；KNO_3, 1.01%；Slag, 60.5%）。本研究使用之SH混合物包括臺肥公司之產品，代號爲 SH-T，及本研究室依上述配方自行配製之產品，代號爲 SH-H

二、試驗方法：

1.病原菌厚膜孢子之製作：

將培養在 PDA 斜面（24°C，12小時照光）21天之 Fop-73 及 Fsp-6 菌株，作成胞子懸浮液（10^3 spores/ml），每 45ml 各裝於 250ml 之三角瓶中，並倒入已高壓滅菌之2%芹菜汁液（內含 0.03M Na_2SO_4）5ml，培養7—14天後，以均質機打碎菌絲，過濾即可得大量厚膜孢子。

2.病土之製作：

將供試菌株栽培於高壓殺菌（121°C, 15lb, 30min）之玉米砂栽培基（河砂，100g；玉米粉，3g；蒸餾水，15ml）上，經3wk，倒出陰乾。再將之與供試土壤混合調節成所需之含菌量。土壤含菌量是採稀釋平板法，在 Nash-PCNB 培養基 (14) 上測定之。

3.土壤pH值之測定：

秤取容積土壤（bulk soil）樣品10g，與含有0.01M $CaCl_2$ 之水溶液20ml混合攪拌均勻後，靜置1hr，再以酸碱值測定計（Philips PW 9420）測定其容積土壤之pH值。另外，取盆栽豌豆（臺中十一號）3棵，小心抖落容積土壤後，再以毛筆輕刷根部表面所附着之土壤，秤取1g，與0.01M $CaCl_2$之水溶液2ml混合震盪後，靜置1hr，再以上述酸碱值測定計之微電極管測定根圈土壤（rhizosphere soil）之pH值。

4.土壤pH值對病原菌厚膜孢子發芽及萎凋與根腐病之影響：

取石灰加入新社土壤（壤土，pH4.2），調節土壤 pH 值至4.2～7.5之間，經一個月，待其穩定後，再加入萎凋及根腐病菌之厚膜孢子（10^5 propagules/g soil）。經1wk，取10g土壤滴上 2.5ml 之0.5% glucose及0.5% asparagine（w/v）溶液，置25°C，經16hr後，以棉藍染色，固定後再鏡檢，計算其發芽率。

另外，取上述調製不同pH值之病土（10^3 propagules/g soil）於溫室中（23～34°C）種植豌豆（臺中十一號），每隔七天調查土壤 pH 值的變化，並觀察及記錄萎凋病及根腐病之發病程度。發病程度以根腐指數（0＝無病徵；1＝子葉節上有小病斑；2＝子葉節上有大病斑；3＝主根及莖基部都有病斑；4＝嚴重根腐，植株死亡），及黃化指數（%）（葉片黃化高度佔全株高的比例，以每25%爲一級，分爲0～4級，全株死亡列爲第5級，計算各植株發病級數之加權平均）表示之。

5.土壤添加物對豌豆萎凋及根腐病之影響：

(i) 溫室試驗：

取新社土壤，加入萎凋及根腐病菌，使其密度達10^3 propagules/g soil 之後，再以重量比（w/w），分別加入0.5，1或5%之氰氮化鈣；0.2，0.5或1%之石灰；1，5或10%之 SH-T混合物；1，2或5%之SH-H混合物，及不加添物之對照處理。各處理之土壤裝在直徑14cm之花盆裡，3重複。然後灌水使達田間含水量，隨即測定病菌密度，爾後每隔4天再測一次，維持14天後，再播植豌豆種子（臺中十一號），每盆10粒，置網室中（20～28°C）經50天後檢查並記錄根腐指數與黃化指數。

(ii) 田間防治試驗：

選取臺中縣新社鄉黃新發農友之2分地旱田（壤土），該田於1984年春季曾種植豌豆，土壤 pH 値爲4.2左右，萎凋病菌之密度爲 4.6×10^3 propagules/g soil，根腐菌病則在 5×10^2 propagules/g soil 左右。防治試驗於1985年（3月7日～5月27日）與1986年（3月11日～5月30日）各進行一次。試驗前先添加雞糞（3,000kg/ha）於試驗田，按逢機完全區集設計，再分別加入各種添加物，做成各種處理，包括（i）氰氮化鈣（300kg/ha）；（ii）石灰（1,800kg/ha）；(iii) SH混合物（1985年使用 SH-T, 900kg/ha隔20天後再追加 450kg/ha；1986年使用 SH-H, 1,600kg/ha）及（iv）不再加任何添加物之對照處理，3重複。土壤經上述添加物處理後，隨即灌水，兩週後開畦點播經藥劑 (arasan & graphite 各500×）處理之豌豆種子（臺中十一號），每穴5粒，間距30cm並施用加寶扶 (carbofuran) 粒劑40kg/ha防治蟲害。試驗期間，每週調查土壤pH值，土壤中萎凋及根腐病菌之密度以及病害之發展。

結　果

一、土壤添加物對土壤pH值之影響：

在溫室裡，新社土壤（pH 4.2）經氰氮化鈣，或石灰處理後，其容積土壤之pH 值皆隨添加物使用量之增加而升高，經2wk後才趨穩定。pH值提高的幅度最高可達4個單位（$CaCN_2$, 5%之處理）。而SH混合物亦可使容積土壤之 pH 值提高，但不同來源之SH-T及SH-H混合物之反應稍有差異，前者使pH值提高之後，於2星期後又大幅下降，到第四星期才趨穩定，提高pH 值之幅度在2個單位之內，而後者提高土壤pH値後一直維持到第八星期之後，才稍有下降，提高pH 值之幅度在2－3個單位（圖一）。

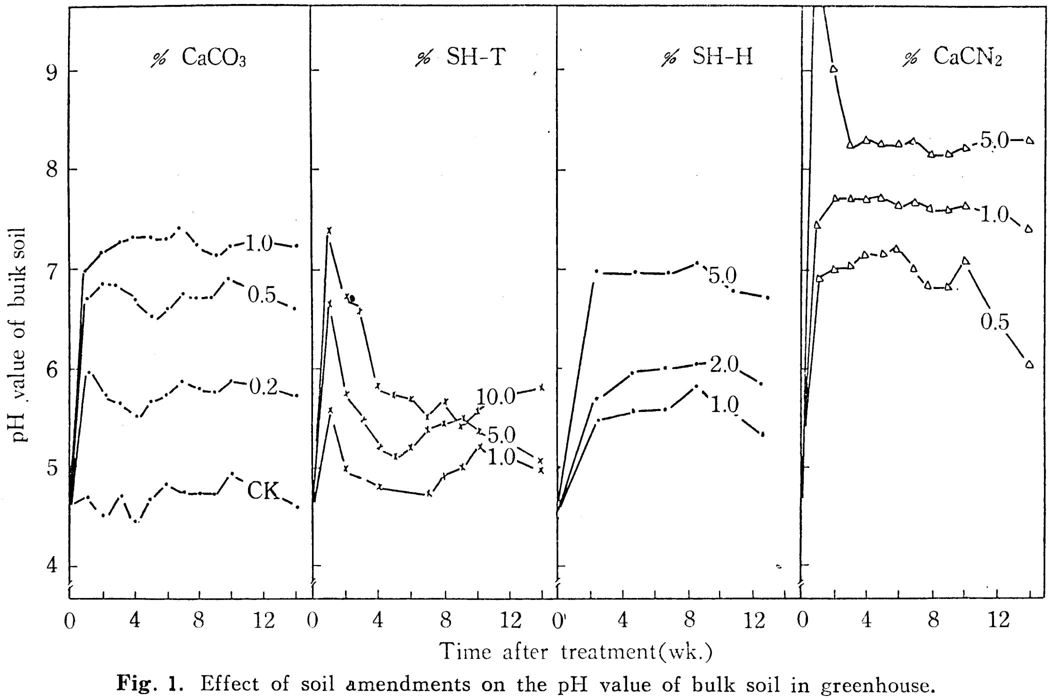


Fig. 1. Effect of soil amendments on the pH value of bulk soil in greenhouse.

圖1. 溫室裡土壤添加物對容積土壤pH值之影響。

另外，根圍土壤pH值乃於土壤經添加物處理後4星期才開始測定與記錄。根圍pH 值亦隨添加物用量之增加而提高，但不似容積土壤pH值之變動劇烈，而且隨時間之增加，其pH 值則漸趨近於6－7之間（圖二）。

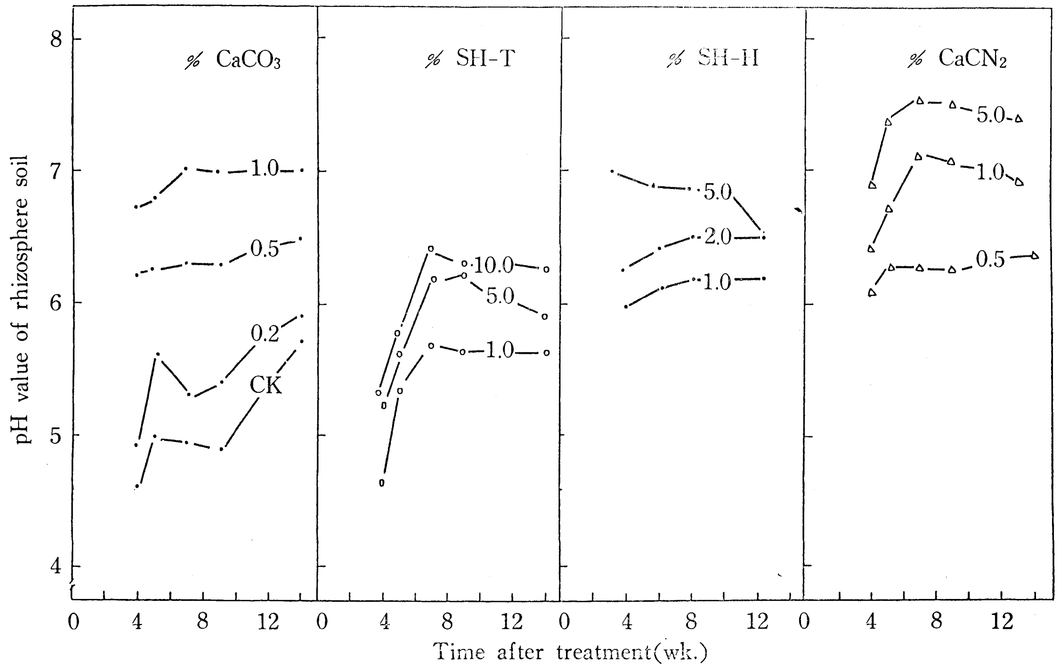


Fig. 2. Effect of soil amendments on the pH value of rhizosphere soil. Fea plants were seeded in soil 2 weeks after treatment in greenhouse.

圖2. 溫室裡土壤添加物對根圈土壤pH值之影響。土壤添加物處理二星期後再播植豌豆。

二、土壤pH值對厚膜孢子發芽及萎凋與根腐病之影響：

在實驗室裡，新社土壤經石灰處理後，其 pH 值之變化須經一個月後才趨穩定，爾後於試驗期間三個月內，其 pH值甚少變化。由圖三的結果顯示，萎凋及根腐病菌厚膜孢子在土壤 pH 4.5~5.5之

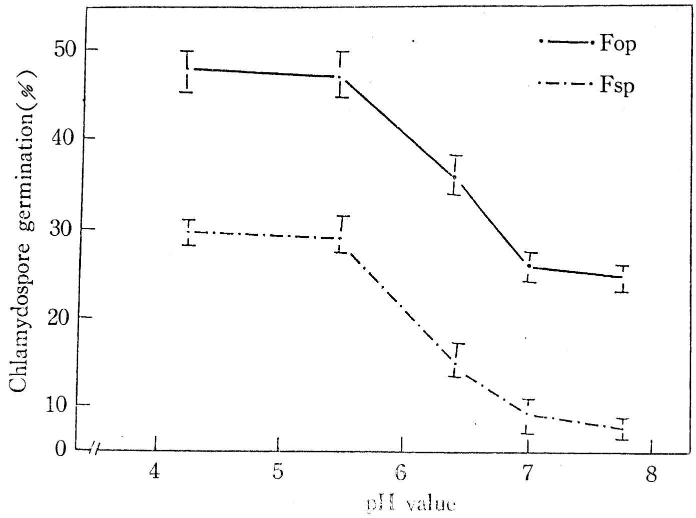


Fig. 3. Effect of soil pH value on the chlamydospore germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* (Fop) and *F. solani* f. sp. *pisi* (Fsp).

圖3. 土壤pH值對豌豆萎凋及根腐病厚膜孢子發芽之影響。

間皆發芽良好，從pH6.5其發芽率開始降低，pH 值愈高發芽率愈低。但是表一的結果顯示， pH4.0～7.0對萎凋及根腐病菌發病程度之影響無差異，pH7.4的處理才顯着減少該二病害的發生。

表1. 溫室裡土壤 pH 值對豌豆萎凋及根腐之影響

Table 1. Influence of soil pH value on the disease incidence of peas caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* and *F. solani* f. sp. *pisi* in greenhouse

pH	Wilt index (%)[1]	Root rot index[2]
4.4	83.7a[3]	2.6a
5.2	97.7a	3.0a
6.0	92.0a	3.0a
7.0	92.7a	3.0a
7.4	64.3b	2.0b

[1] The height of leaf yellowing to the height of plant (%).

[2] 0=Healthy; 1=Small lesion on cotyledon node; 2=Large lesion on cotyledon node; 3=Root decay, extending up to basal stem or down to tap root; 4=Severe decay and death of plant.

[3] Data followed by the same letter in each column are not different significantly (P=0.05), according to Duncan's multiple range test.

三、土壤添加物對萎凋及根腐病之影響：

1.溫室試驗：

表二及表三的結果顯示，各種添加物對萎凋及根腐病菌及其引起的病害的影響是有相關性的。氰

表2. 溫室裡土壤添加物對豌豆萎凋及根腐病菌存活之影響

Table 2. Survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* and *F. solani* f. sp. *pisi* in soil amended with different amendments in greenhouse

Amendment	Dosage (%, w/w)	Propagules/g soil ($\times 10^2$) after treatment (wk)							
		0	4	8	14	0	4	8	14
		Fop				Fsp			
CK		20	32	21	16a[1]	20	29	16	18a
$CaCO_3$	0.2	20	29	13	13ab	20	16	10	10bc
	0.5	20	24	13	13ab	20	32	10	10bc
	1.0	20	13	10	10bc	20	16	10	13ab
SH-T	1.0	20	21	18	13ab	20	26	13	13ab
	5.0	20	16	8	2de	20	32	13	13ab
	10.0	20	5	8	2de	20	13	13	10bc
SH-H	1.0	20	20	20	14ab	20	32	24	18a
	2.0	20	10	12	8c	20	22	18	18a
	5.0	20	7	5	3de	20	8	13	13ab
$CaCN_2$	0.5	20	10	2	5cd	20	6	3	8bc
	1.0	20	0	0	0e	20	0	0	0d
	5.0	20	0	0	0e	20	0	0	0d

[1] Data followed by the same letter in each column are not different significantly(P=0.05), according to Duncan's multiple range test.

表3. 溫室裡土壤添加物對豌豆萎凋及根腐病之影響

Table 3. Effect of various soil amendments on the disease incidence of Fusarium wilt and root rot of peas in greenhouse

Amendment	Dosage (%, w/w)	Weeks after treatment			
		10	14	10	14
		Wilt index (%)		Root rot index	
CK		61	75a[1]	2.7	3.2ab
$CaCO_3$	0.2	56	75a	2.4	3.3ab
	0.5	58	75a	2.5	3.6a
	1.0	54	72a	2.3	3.4ab
SH-T	1.0	42	71a	2.6	2.9b
	5.0	31	64b	2.3	3.3ab
	10.0	18	58b	2.5	3.6a
SH-H	1.0	41	73a	2.6	3.6a
	2.0	16	43c	2.4	3.6a
	5.0[2]	—	—	—	—
$CaCN_2$	0.5	16	47c	1.2	2.1c
	1.0	14	44c	1.3	2.0c
	5.0	0	2d	0	0.3d

[1] Data followed by the same letter in each column are not different significantly (P=0.05), according to Duncan's multiple range test.

[2] The plants did not grow well.

氰化鈣之各種用量皆有顯着的抑制作用；石灰處理則毫無抑制力；而SH 混合物則對根腐病及根腐病菌毫無抑制作用，對萎凋病及萎凋病菌則有不同程度之防治效果。在實驗室製作之 SH 混合物 (SH-H) 之抑制效果較優，只要達到 2 %以上之使用量即有抑制效果，但 5 % 的使用量卻有抑制豌豆生長之現象。而臺肥公司出品之 SH 混合物 (SH-T) 之抑制效果較差，須要達到 5 %以上的使用量才有抑制效果，但是即使高達10%之使用量也無礙豌豆生長。

2. 田間防治試驗：

一九八五年期，試驗田經各種添加物處理後， (i) 土壤pH值除了 SH-T 之處理不太變動外，其他處理則提升 1 ～ 2 個單位，直到63天後仍維持在pH5左右，較原來土壤 pH4.0高出一個單位 (表四) ； (ii) 萎凋病及根腐病菌在土壤中之密度則不因各種添加物處理而有所變動 (表五) ； (iii) 對病害而言，田間植株於播種後第 7 週開始表現黃化病徵，各種添加物處理之發病速度較對照區慢，至第 11 週各處理之發病率爲對照區 80%；石灰，56%；SH-T, 49%；及氰氮化鈣，11% (表六)。經檢查病株並分離病原菌的結果發現，罹病株乃由萎凋病菌 (Fop) 所引起，而Fsp 引起之根腐病並不顯着。

一九八六年期的重複試驗顯示， (i) 氰氮化鈣，及SH-H處理可有效減少萎凋病菌在土壤中之密度，對根腐病菌則氰氮化鈣有抑制現象，而SH-H 無效，而石灰處理則對該二病菌皆無抑制力，與對

表4. 一九八五年期新社試驗田土壤添加物對容積土壤pH值之影響

Table 4. Bulk soil pH values of soils amended with different materials 2 weeks before planting peas at Hsin-sir experimental plots from March 7 to May 27, 1985

Soil amendments	Bulk soil pH value after treatment (days)								
	0	14	21	28	35	42	49	56	63
CK	4.2	4.6	4.7	4.2	4.6	4.2	4.0	4.4	4.4
$CaCO_3$	4.0	4.6	5.8	5.5	5.8	5.4	5.5	5.4	5.2
SH-T	4.2	4.5	4.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.4	4.2
$CaCN_2$	4.1	5.8	5.8	5.2	5.3	5.2	5.1	5.2	5.0

表5. 新社試驗田土壤添加物對豌豆萎凋及根腐病菌之影響

Table 5. Population fluctuation of *Fusarium cxysporum* f. sp. *pisi* (Fop) and *F. solani* f. sp. *pisi* (Fsp) in the soil of Hsin-sir experimental plots before and ten weeks after treatment with soil amendments in 1985 and 1986

Experiment	Soil amendment	Propagules/g soil after treatment (wk)			
		0	10	0	10
		Fop		Fsp	
I (1985)	CK	3,300	1,300	—	700
	$CaCO_3$	3,000	2,300	700	200
	SH-T	3,000	2,600	—	300
	$CaCN_2$	3,300	2,300	500	400
II (1986)	CK	787	1,155a[1]	533	666a
	$CaCO_3$	787	755ab	480	666a
	SH-H	850	488b	547	533a
	$CaCN_2$	850	399b	533	310b

[1] Data followed by the same letter in each column are not different significantly ($P=0.05$), according to Duncan's multiple range test .

照無差異（表五）；（ii）對田間發生之萎凋病，仍以氰氮化鈣及 SH-H 處理之發病速度較慢，石灰及對照處理之發病速度較快，至第11週各處理之發病率爲對照區，79%；石灰，57%, SH-H, 46% 及氰氮化鈣，39%（表六）。經檢查病株及分離病原菌的結果顯示，仍以萎凋病爲主，根腐病則不顯着。

表6. 新社試驗田土壤添加物對豌豆萎凋及根腐病之影響

Table 6. Disease incidence of pea plants caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* in soil amended with different materials at Hsin-sir experimental plots in 1985 and 1986

Experiment	Soil amendment	Disease incidence (%) after planting (wk)		
		7	9	11
I (1985)	CK	6a	37a	80a[1]
	$CaCO_3$	5a	17b	56b
	SH-T	3a	17b	49b
	$CaCN_2$	0b	0c	11c
II (1986)	CK	12a	42a	76a
	$CaCO_3$	15a	42a	57ab
	SH-H	6b	19b	46bc
	$CaCN_2$	6b	19b	39c

[1] Data followed by the same letter in each column are not different significantly (P=0.05), according to Duncan's multiple range test.

討 論

一般而言，由 *Fusarium* spp. 引起之萎凋病及根腐病都在酸性土壤中發生較爲嚴重[7,10,11,16]，尤其根圈土壤 pH 值對多基因控制的根腐菌而言，更爲有效，但對單基因控制之萎凋病菌則不一定有效，因爲這種單基因控制之抵抗性較不受環境因子的影響[16]。本研究的結果發現容積土壤 pH值在6.5以上即可降低根腐及萎凋病菌厚膜孢子的發芽率，但並非完全抑制（圖四）。而盆栽試驗顯示只有土壤pH值達到7.4以上時，才稍可抑制該二病害（表一）。但是根圈土壤 pH 值或許由於根部表面之分泌物有中和酸碱值的緣故[15]，除氰氮化鈣，5 %使用量之處理之外，其他處理之根圈土壤pH值則皆趨向中性，落在 pH 6—7之間（圖三）。這種提高 pH 值的現象，卻無法在田間試驗中有所表現，一九八五年在新社試驗田加入各種添加物之後，其容積土壤之 pH 值變化不大，氰氮化鈣和石灰處理可提高一個單位的pH值，而SH混合物和對照處理卻無差異（表四）。可見新社土壤或許對pH值的緩衝力很高，或許是添加物的使用量不足的緣故。在這種情況下，石灰處理無法抑制病害發生，而氰氮化鈣及SH 混合物仍有抑制效果（表二、三、五、六），或許已可確定pH值並非其主要影響因子。氰氮化鈣不但可抑制萎凋病，也可抑制根腐病，筆者將另文報告其作用機制乃因其分解過程之中間產物有殺菌作用之緣故（作者未發表）。

不論是盆栽（表二、三）或是田間防治試驗（表五、六）結果顯示，SH 混合物對豌豆根腐病防治效果較差，對萎凋則遲緩發病速度，是量而不是質的防治效果。但是以間歇採收豌豆莢的情況而言，減緩發病速度就是保護產量。一九八七年春季，在農林廳補助下，於溪湖地區特別提出防治示範栽培，結果發現 SH 添加物處理區與對照區之萎凋病發病率分別爲 5 %及45%，差異極顯着。許多報告[2,4,5,20]已報導 SH 混合物抑菌或抑病的本質，但對豌豆萎凋病之抑病機制仍有待進一步探討。

另外，實驗室裡自行配製之SH混合物（SH-H）不論對土壤 pH 值之提升，抑制病菌存活，或病害的發生，都較臺肥公司出品之 SH 混合物（SH-T）有更優良的效果，惟有對豌豆植株的傷害，則SH-H 較 SH-T 爲烈。其原因仍舊不明，但鑑於 SH 混合物是各種有機物及無機物之混合體[2]，其品質原就不易控制，或許存放過久之SH-T 其品質更已產生變化，爲得優良效果，應該使用新鮮的

產品。

引用文獻

1. 汪碧涵、林益昇・1985・豌豆萎凋及根腐病菌在水稻田裡之生態。植保會刊 27：317—324。
2. 孫守恭、黃振文・1983・土壤添加物防治西瓜蔓割病之研究。植保會刊 25：127—137。
3. 郭魁士・1977・土壤學第二版。中國書局印行，永和、臺灣、中華民國 801p。
4. 黃振文、孫守恭、莊慶芳・1986・蘿蔔黃葉病綜合防之研究。植保治會刊 28：81—90。
5. 羅朝村・1983・蘿蔔黃葉病菌之生理、生態研究及防治試驗，碩士論文，中興大學植病研究所，臺中、臺灣，102P。
6. Anonymous。1962. Pea Diseases. Agriculture handbook No. 228, USDA, Washington, D. C., U. S. A., 30p.
7. Baker, K. F. and R. J. Cook. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. Freeman and Company, San Francisco, U. S. A., 433p.
8. Cook, R. J. and K. F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. APS, St. Paul, Minn., U. S. A., 539p.
9. Gabrielson, R. L., W. C. Anderson and F . R. Nyvall. 1973. Control of *Sclerotinia sclertiorum* in cabbage seed fields with aerial applications of benomyl and ground applications of cyanamide. Plant Dis. Reptr. 57 : 164-166.
10. Garrett, S. D. 1970. Pathogenic Root-infecting Fungi. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 294p.
11. Jones, J. P. and A. J. Overman. 1971. Control of Fusarium wilt with lime and soil fumigants. Phytopathology 61 : 1415-1417.
12. Lin, Y. S. and Rey-Shung Wu. 1985. Ecology and control of *Phytophthora melonis* in drained paddy field. Pl. Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 27 : 257-266.
13. Lin, Y. S., W. Sun and Pie-Han Wong. 1984. Fusarium root and wilt of garden peas in Taiwan. J. Agric. Res. China (Taiwan, R. O. C.) 33 : 395-405.
14. Nash, S. M. and W. C. Snyder. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. Phytopathology 52 : 567-572.
15. Schroth, M. and D. C. Hildebrand. 1964. Influence of plant exudates on root-infecting fungi. Ann. Rev. Phytopathol. 2 : 101-132.
16. Smiley, R. W. 1975. Forms of nitrogen and the pH in the root zone and their importance to root infections. pp. 55-62 in: Biology and Control of Soil-borne Plant Pathogens, G. W. Bruehl (ed), APs, St. Paul, Minn., U. S. A., 216p.
17. Sun, S. K., and J. W. Huang. 1985. Formulated soil amendment for controlling Fusarium wilt and other soil-borne diseases. Plant Dis. 69 : 917-920.
18. Tu, J. C. 1987. Integrated control of the pea root rot disease complex in Ontario. Plant Dis. 71 : 9-13.
19. Walker, J. C. 1935. Calcium cyanamie in relation to control of club-root of cabbage. J. Agric. Res. 51 : 183-189.
20. Yang, C. H. and W. H. Hsieh. 1985. Efferct of soil amendment on clubroot of crucifers. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 27 : 225-231.

Control of Fusarium Wilt and Root Rot of Garden Peas by Soil Amendments[1]

Y. S. Lin and C. T. Lo[2]

Summary

The chlamydospores of *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* and *F. solani* f. sp. *pisi* could germinate well in acid soil. The germination rate was reduced by increasing the soil pH. However, both wilt and root rot diseases were reduced only at pH 7.4, not at the range of pH 4.0 to 7.0. In greenhouse, adding different dosages of calcium cyanamide , S-H mixture and lime to the soil (pH 4.2), the pH values of both bulk and rhizosphere soils were raised, but the rhizosphere soil pH was neutralized to 6.0 to 7.0 with time. Calcium cyanamide could inhibit the wilt and root rot pathogens and diseases; S-H mixture could only inhibit the wilt pathogen and disease, but lime had no effect. In Hsin-sir experimental plots, the bulk soil pH values and both wilt and root rot pathogens were not changed very much by using soil amendments. In the plots of 1985, wilt disease was inhibited by calcium cyanamide and reduced by S-H mixture (product of Taiwan Fertilizer Company) and lime. In the plots of 1986, however, both calcium cyanamide and S-H mixture (home-made) could reduce the wilt disease, but lime had no effect. Soil pH seems not to be the main factor. More researches on the mechanisms of disease suppression need to be done in the future.

1. Contribution No. 1381 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This project was supported in part by the Council of Agriculture.

2. Plant Pathologist and Head, and Assistant, Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R. O. C.

中 華 農 業 研 究

第三十六卷　目　次

王武彰——加工番石榴整枝方法……190
王淸玲　羅幹成　朱耀沂——臺灣爲害瓜類薊馬之辨識方法……429
王强生　曹紹徽　劉大江——栽培密度對玉米乾物質累積之影響……15
王强生　曹紹徽　劉大江——大豆種子與莢果壁非構造性碳水化合物與氮素含量之變化……165
王强生　劉大江——大豆營養要素之累積分佈Ⅲ．全生育期非構造性碳水化合物及營養要素之累積……29
吳子淦　羅幹成——柑橘葉蟎之抗藥性及其防治……421
沈再發——葉萵苣浮根式水耕之養分吸收……372
何琦琛　陳政雄——壹種臺灣新紀錄之根蟎，*Rhizoglyphus setosus* Manson（英文）……237
呂鳳鳴——微小昆蟲卵之染色觀察法……331
呂鳳鳴　李錫山——葱薊馬 *Thrips tabaci* Lindeman 之生活史及其田間發生消長……118
林益昇　羅朝村——土壤添加物防治豌豆萎凋病及根腐病之研究……435
林禮輝　劉慧瑛——甘藷藤葉濃縮葉蛋白研究……207
林　樸　李錦靈　羅幹成——雜糧收穫後之害蟲防治技術……105
胡敏夫　黃漢津　劉新裕——不同採收期與貯藏法對柴胡種子發芽之影響……267
徐信次　林學正——低海拔高品質梨之雜交育種（英文）……296
郭益全　劉　淸——米飯物理特性之遺傳……1
郭益全　劉　淸——大粒水稻之遺傳研究Ⅲ．穀產量、生物產量及收穫指數之遺傳……125
郭益全　劉　淸　宋　勳——米飯物理性與官能品嚐之關係……239
曹幸之　陳進分　李碩朋——抗Y毒素馬鈴薯族羣之篩選試驗……381
許秀惠　黃秋雄　張淸安——感染唐菖蒲之菜豆黃化嵌紋病素之鑑定、純化及血淸學研究……94
陳政雄　羅幹成——花薊馬對數種唐菖蒲品系偏好性之研究（英文）……317
黃明得　D. L. Ketring——落花生品種根之生長特性（英文）……41
黃阿賢——不同時期雪柑胚發育之調查……367
黃秋雄　趙玉珍　張淸安　許秀惠　蕭吉雄——本省絲瓜病毒種類之鑑定及其病徵比較……413
黃眞生　陳正昌　陳治官——水稻混合品種對稻穀產量及稻熱病之反應（英文）……335
黃眞生　曾東海　陳治官——秈稻細胞質雄不稔稔性恢復基因之遺傳分析……137
黃漢津　劉新裕——柴胡種子發芽勢之改良研究……258
張有明　蕭吉雄　楊偉正　許秀惠　趙玉珍　黃秋雄——五類瓜類病毒在本省甜瓜及西瓜之發生與分布……389
張淑賢　李峰憲　吳婉麗——氣溫與降雨量對本省主要椪柑產區之果實品質與柑樹營養狀況之影響……75
張富洲　劉大江——大小粒型落花生品種之生長特性比較Ⅰ．春作之農藝性狀與乾物質生產……53
張富洲　劉大江——大小粒型落花生品種之生長特性比較Ⅱ．植株全氮與非構造性碳水化合物濃度之變化……345
曾東海　黃眞生——雜種水稻的產量與組合力……151
游若𥞊　王武彰——楊桃之品質成分與加工利用之研究……196
温宏治——胡瓜瓜實蠅之棲羣密度與爲害關係研究……222
温宏治——星天牛爲害印度棗調查及其防治試驗……327
葉忠川　蔡阿輝——玉米煤紋病抗病篩選與抵抗性之研究……406
葉常青　蔡新馨——不同接種季節對水稻花藥培養的影響……247
楊一郎　陳脉紀　王雙明——臺灣野苦瓜簇葉病之擬菌質體病原（英文）……216
廖英明　簡錦忠——藥劑 Techlofthalam 對水稻白葉枯病之抑制效果及水稻產量影響之探討……398
劉大江　王强生　魏夢麗——硝酸態與銨態氮源對作物幼苗生長與根部 PEP Carboxylase 活性之影響（英文）……283

劉新裕　蔡新聲　黄溪津　胡敏夫　葉常青——金線連大量繁殖與栽培後之生育性狀種間比較及營養成份究研…357
鄭　允　高靜華　林瑞方——SN72129 汰選小菜蛾抗性及其抗性機制之研究（英文）……………………………228
蔡金川——栽植密度對不同粒重水稻品種產量與生理性狀之影響……………………………………… 63
蔡武雄——瓜類露菌病室內接種試驗……………………………………………………………………311
錢景泰　邱瑞珍——小菜蛾性誘劑之田間誘效試驗 II．性誘劑對小菜蛾之防治與發生預測……………111
簡宣裕　林錫錦——環境因子對 HN501 藍綠藻生長的影響…………………………………………………87
簡錦忠　張義璋——水稻不同齡期及品種對稻細菌性榖枯病菌之感病性……………………………………302
蕭柊瓊　鄔宏潘——雜草社會中物種的分布及再生稻和雜草間的競爭………………………………………173
蕭柊瓊　劉　清——玉米單葉面積與全株葉面積之簡易估算法………………………………………………276

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

Contents of Volume 36, 1987

Chang, F. C. and D. J. Liu—Comparison on Growth Characters between Peanut Varieties Differing in Seed Size. I. Agronomic Characters and Dry Matter Production in the Spring Crop Season ······ 53

Chang, F. C. and D. J. Liu—Comparison on Growth Characters between Peanut Varieties Differing in Seed Size. II Changes in N and TNC Concentrations during Plant Development ······ 345

Chang, S. S., F. S. Lee and W. L. Wu—Influence of temperature and precipitation on fruit qulity and leaf nutrients content of ponkan (*Citrus reticulata*, Bla nco) from major ponkan production areas in Taiwan ······ 75

Chang, Y. M., C. H. Hsiao, W. Z. Yang, S. H. Hseu, Y. J. Chao and C. H. Huang—The Occurrence and Distribution of Five Cucurbit Viruses on Melon and Watermelon in Taiwan ······ 389

Chen, J. S. and K. C. Lo—Differential Preference of the Flower-Dwelling Thrip, Thrips hawaiiensis (Morgan) (Thysano ptera: Thripidae) to Some Gladiolus Cultivars ······ 317

Cheng, E. Y., C. H. Kao and D. F. Lin—The Induction and the Mechanism of SN72129 Resistance in the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) ······ 228

Chien, C. C. and S. C. Chiu—Field trapping of the diamondback moth, *Plutella xylostella* by using synthetic Sex pheromone II . The effective control and population monitoring of sex pheromone of diamondback moth ······ 111

Chien, C. C. and Y. C. Chang—The Susceptibility of Rice Plants at Different Growth Stages and of 21 Commercial Rice Varieties to Pseudomonas glumae ······ 302

Ho, C. C. and J. S. Chen—A New Record of Bulb Mite, *Rhizoglyphus setosus* Manson, (Acarina: Acaridae) from Taiwan ······ 237

Hsu, H. T. and S. C. Lin—Oriental Pear Breeding for HigH Fruit Quality and Adaptation to Subtropical Lowland in Taiwan ······ 296

Hu, M. F., H. C. Huang and S. Y. Liu—Influence of Harvest Date and Storage Method on Seed Germination of Chia-hu (Bupleurnm falcatum L.) ······ 267

Huand, H. C. and S. Y. Liu—Studies on the Improvement of Seed Germination of Bupleurum falcatum L. ······ 258

Huang, C. H., Y. J. Chao, C. A. Chang, S. H. Hseu and C. H. Hsaio—Identification and Comparison of Different Viruses on Symptom Expression in Loofah ······ 413

Huang, C. S., C. C. Chen and C. G. Chern —Effect of Seed-Blending of Rice Varieties on Grain Yield and Occurence of Blast Disease ······ 335

Huang, C. S., T. H. Tseng and C. G. Chern—Genetic Analysis of Fertility Restoration in Cytoplasmic Male Sterile Indica Rice ······ 137

Huang, M. T. and D. L. Ketring—Root Growth Charactristeics of Peanut Genotypes ······ 41

Huang, S. H., C. H. Hseu, and C. A. Chang—Bean yellow mosaic virus from gladiolus: Identification, purification and its serological properties ······ 94

Hwang, A. S. —Embryos Development of Shueh-Ken Orange at Different Growing Stages ······ 367

Jean, S. Y. and C. J. Lin—The Effect of Environmental Factors on the Growth of HN 501 Blue-Green Algae······87
Kuo, Y. C. and C. Liu—Inheritance of the physical properties of cooked milled-rice······1
Kuo, Y. C. and C. Liu—Genetic Studies on Larger Kernel of Rice III. Inheritance of grain yield, biological yield and harvest index······125
Kuo, Y. C., Ching Liu and Sing Song—The Relationship between Human Panel Testing Score and Physical Properties of Cooked Rice······239
Liao, Y. M. and C. C. Chien—The Efficacy of Bacteriocide Techlofthalam for the Control of Bacterial Blight and Its Effect on the Yield of Rice······398
Lin, L. F. and H. Y. Liu—Study on the Leaf Protein Concentrate from Sweet Potato ······207
Lin, T., C. H. Li and K. C. Lo—Post-harvest control measures of insect pests on maize beans and sorghum ······105
Lin, Y. S. and C. T. Lo—Contral of Fusarium Wilt and Root Rot of Garden Peas by Soil Amondments······435
Liu, D. J., C. S. Wang and M. L. Wei—Effects of Nitrate and Ammonium Nitrogen Sources on the Seedling Growth and Root Phosphoenol Pyruvate Carboxylase Activity of Different Crop Species ······283
Liu, S. Y., H. S. Tsay, H. C. Huang, M. F. Hu and C. C. Yeh—Comparison on Growth Characteristics and Nutrient Composition between Plants of Anoectochilus Species from Mass Vegetative Propagation by Tissue Culture Techniques······357
Lu, F. M. —Different Staining Methods for Eggs of Diminutive insects ······331
Lu, F. M. and H. S. Lee—The Life History and Seasonal Occurrence of Onion Thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) ······118
Sheen, T. F. —Nutrient Absorption of Leafy Lettuce Grown in Root Folating Hydroponics······372
Shiou, D. C. and C. Liu—A Simple Method for Estimating Individual and Total Leaf Area of Maize ······276
Shiou, D. C. and H. P. Wu—The Sequential Distribution of Species in Weed Communities and the Competition between Ration Rice and Weeds······173
Tsai, J. C. —Effects of Cultural Methods on the Yield and Some Physiological Characters of Rice Varieties Differing in Grain Weight ······63
Tsai, W. H. —Inoculation of Downy Mildew on Cucurbits under Laboratory Conditions ······311
Tsao, S. J., C. F. Chen and S. P. Lee—Evaluation of Potato Tuber Families Immune to PotatoVirus Y. ······381
Tseng, T. H. and C. S. Huang—Yield and Combining Ability of Hybrid Rice ······151
Wang, C. L., K. C. Lo and Y. I. Chu—The Identification of Thrips on Cucurbits ······429
Wang, C. S. and D. J. Liu—Accumulation and Distribution of Nutrients in Soybeans III . Accumulation of TNC, N, P, K and Mg during Plant Development······29
Wang, C. S., S. H. Tsao and D. J. Liu—Effect of Population Density on the Accumulation of Dry Matter in Maize ······15
Wang, C. S., S. H. Tsao and D. J. Lin—Changes of TNC and N Concentrations in the Developing Seeds and Pod Wall of Soybeans ······165
Wang, W. C. —The Effect of Different Training Methods on Yield of Processing Guara ······190
Wen, H. C. —Studies on the Relationship between the Population Density of Melon Fy (*Dacus* cucurbitae Coquilett) and Infestation in Cucumber Orchard ······222

Wen, H. C. —Field Investigation of White Spotted Longicorn Beetle
(Anoplophora maculata) on Indian Jujube and Control ··· 327

Wu, T. K. and K. C. Lo—The Resistance to Acaricides and the Control Efficiency
of the Citrus Red Mite, Panonychus Citri (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) ··· 421

Yang, I. L., M. J. Chen and S. M. Wang—Mycoplasma-like Organisms Associated
with Witches, Broom of Wild Balsam Pear in Taiwan ··· 216

Yeh, C. C. and A. H. Tsai—Screening for Resistant Source and Inheritance of
Resistance in Maize to Northern Leaf Blight ··· 406

Yeh, C. C. and H. S. Tsay—Effect of Inoculation Time during the Year on the
Culture Efficiency of Rice Anthers ··· 247

Yu, R. C. and W. C. Wang—Studies on the Components and Utilizations of Carambola ··· 196

Vol. 36, No. 4 December 1986

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultaral Research)

CONTENTS

Effect of Seed–Blending of Rice Varieties on Grain Yield and Occurrence of Blast Disease
·························· C. S. Huang, C. C. Chen and C. G. Chern···335

Comparison on Growth Characters between Peanut Varieties Differing in Seed Size. Ⅱ. Changes in N and TNC Concentrations during Plant Development
··F. C. Chang and D. J. Liu···345

Comparison on Growth Characteristics and Nutrient Composition between Plants of Anoectochilus Species from Mass Vegetative Propagation by Tissue CultureTechniques
········S. Y. Liu, H. S. Tsay, H. C. Huang, M. F. Hu and C. C. Yeh···357

Embryos Development of Shueh–Ken Orange at Different Growing Stages ···A. S. Hwang···367

Nutrient Absorption of Leafy Lettuce Grown in Root Folating Hydroponics·····································T. F. Sheen···372

Evaluation of Potato Tuber Families Immune to Potato Virus Y. ················ S. J. Tsao, C. F. Chen and S. P. Lee···381

The Occurrence and Distribution of Five Cucurbit Viruses on Melon and Watermelon in Taiwan
·························Y. M. Chang, C. H. Hsiao, W. Z. Yang, S. H. Hseu, Y. J. Chao and C. H. Huang···389

The Efficacy of Bacteriocide Techlofthalam for the Control of Bacterial Blight and Its Effect on the Yield of Rice·····························Y. M. Liao and C. C. Chien···398

Screening for Resistant Sources and Inheritance of Resistannce in Maize to Northern Leaf Blight ···········C. C. Yeh and A. H. Tsai···406

Identification and Comparison of Different Viruses on Symptom Expression in Loofah···········C. H. Huang, Y. J. Chao, C. A. Chang, S. H. Hseu and C. H. Hsaio···413

The Resistance to Acaricides and the Control Efficiency of the Citrus Red Mite, Panonychus Citri (McGregor) (Acarina; Tetranychidae) ························T. K. Wu and K. C. Lo···421

The Identification of Thips on Cucurbits
·······································C. L. Wang, K. C. Lo and Y. I. Chu···429

Control of Fusarium Wilt and Root Rot of Garden peas by Soil Amendments································ Y. S. Lin and C. T. Lo···435

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China